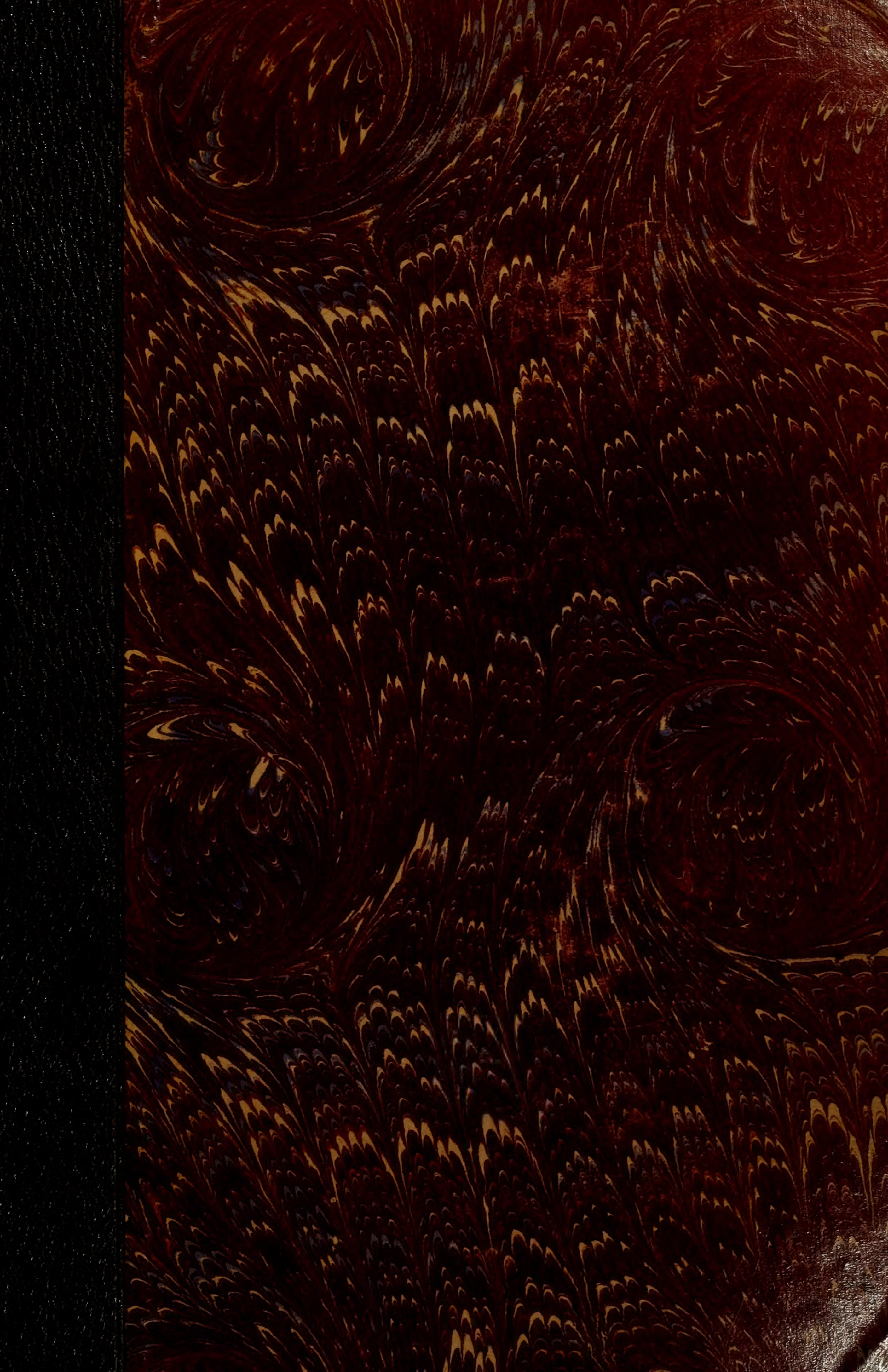
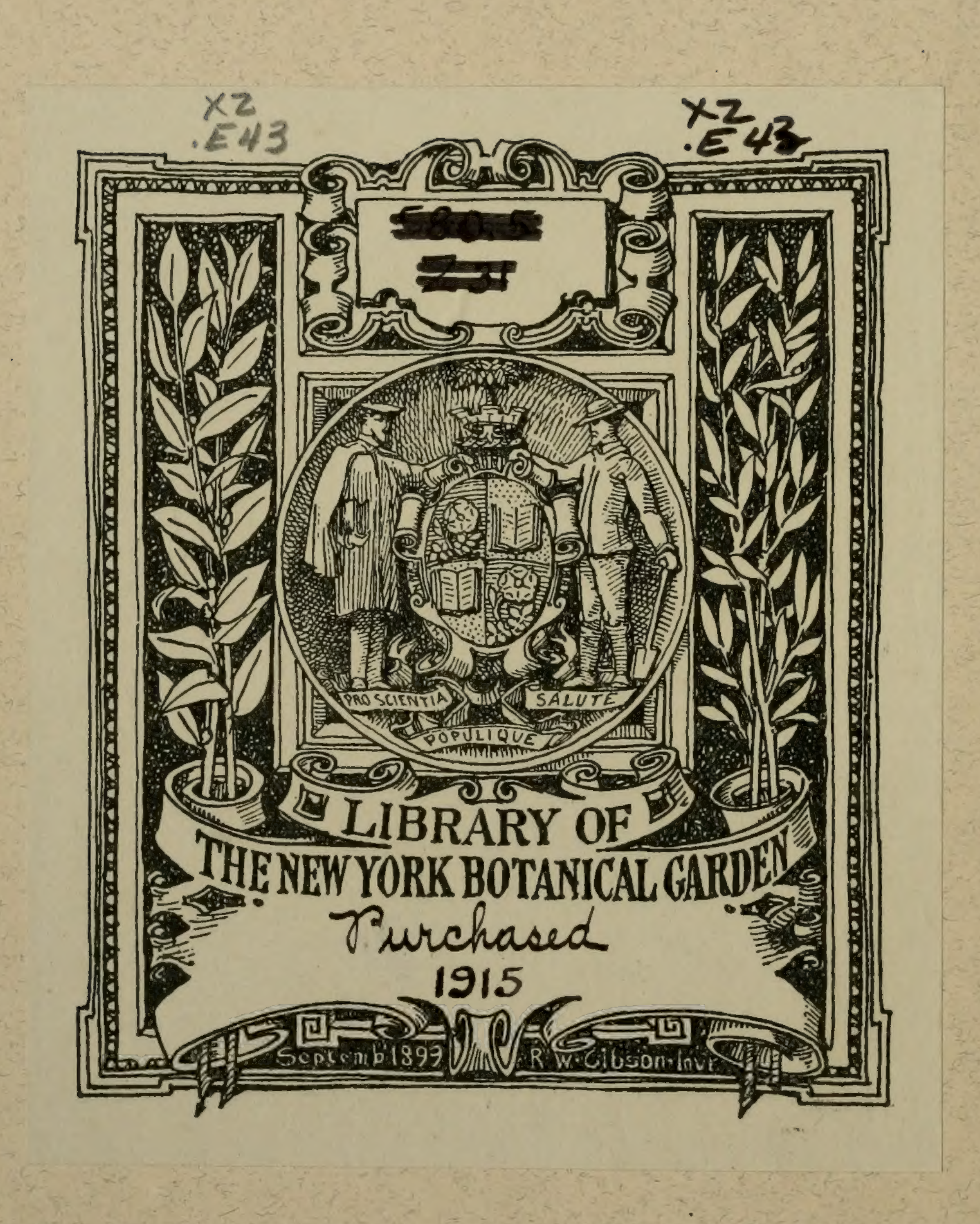












ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG JOST ∴ FRIEDRICH OLTMANNS

HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH †

SIEBENTER JAHRGANG

MIT 87 ABBILDUNGEN IM TEXT UND 2 TAFELN



JENA

VERLAG VON GUSTAV FISCHER

1915

Autoren- und Sach-Register.

I. Originalaufsätze.

II. Abbildungen.

a) Tafeln.

b) Textfiguren.

III. Originalmitteilungen
und Sammelreferate.

IV. Besprechungen.

V. Verzeichnis der Autoren, deren Schriften nur dem Titel nach angeführt sind.

VI. Personalnachrichten.

VII. Notizen.

ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG JOST · FRIEDRICH OLTMANNS
HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH

SIEBENTER JAHRGANG ERSTES HEFT

MIT 2 ABBILDUNGEN



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1915

Monatlich erscheint ein Heft im Umfange von 4—5 Druckbogen
Preis für den Jahrgang: 24 Mk.

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Manuskripte, Bücher usw.) bitten wir zu richten an
Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. **Oltmanns, Freiburg i. Br.,** Jacobistr. 23

Inhalt des ersten Heftes.

I. Originalarbeit.

II. Besprechungen.

III. Neue Literatur.

IV. Mitteilungen.

Das Honorar für die Originalarbeiten beträgt Mk. 30.—, für die in kleinerem Drucke hergestellten Referate Mk. 50.— für den Druckbogen. Dissertationen werden nicht honoriert. Die Autoren erhalten von ihren Beiträgen je 30 Sonderabdrücke kostenfrei geliefert. Auf Wunsch wird bei rechtzeitiger Bestellung (d. h. bei Rücksendung der Korrekturbogen) eine größere Anzahl von Sonderabzügen hergestellt und nach folgendem Tarif berechnet:

Jedes Exemplar für den Druckbogen	10	Pfg.
Umschlag mit besonderem Titel	10	„
Jede Tafel einfachen Formats mit nur einer Grundplatte .	5	„
Jede Doppeltafel mit nur einer Grundplatte	7,5	„
Tafeln mit mehreren Platten erhöhen sich für jede Platte um	3	„

Über embryonales Wachstum und seine Tagesperiode.

Von

G. Karsten.

Unterscheidet man mit Sachs an einem in die Länge wachsenden Sproß oder einer Wurzel drei Wachstumszonen, die der Organanlage, der Streckung und der inneren Ausbildung, so hat man die erstgenannte auch wohl als die des Urmeristems oder des embryonalen Wachstums bezeichnet. Nur von dieser Wachstumszone soll hier die Rede sein.

Die Zellen des Urmeristems, oder die in embryonalem Wachstum befindlichen Zellen zeichnen sich durch Häufigkeit der Zell- und Kernteilungen aus, und man kann, von dieser charakteristischen Eigenschaft ausgehend, auch wohl, wie z. B. Pfeffer es tut[1]) (l. c. II, S. 43), bei im Teilungszustande befindlichen Algen- oder sonstigen Zellen von »embryonalen Zellen« sprechen. Dementsprechend wird man den Zellen der Cambien, der Makro- und Mikrosporen-Mutterzellen, den Gameten ausbildenden Gametangien, den Antheridien, solange sie Spermatozoiden differenzieren, den Charakter embryonaler Zellen zuerkennen müssen.

Für viele der genannten Arten embryonaler Zellen ist nun bereits festgestellt, daß die Teilungen an ganz bestimmte Tageszeiten, während ihrer Entwicklungsperiode, gebunden sind, und es beschäftigte mich seit langer Zeit der Gedanke, die Ursachen dieser Tagesperiodizität zu untersuchen.

Sehen wir zunächst einmal das vorhandene Beobachtungsmaterial an.

Sehr ausführlich berichtet Alex Braun[2]) (l. c., p. 235 ff.) über die Schwärmerausbildung von Hydrodictyon, Ulothrix zo-

nata und anderen Ulothrichaceen, Oedogonium, Chlamydococcus und Pandorina, deren Bildung durchweg des Nachts erfolge, so daß am Morgen früher oder später das Ausschwärmen vor sich gehe, wie schon Trentepohl und Meyer es für die großen Vaucheria-Zoosporen angegeben hätten. Auch die nächtliche Zellteilung von Spirogyra ward bereits von Braun festgestellt. Thuret[3]) konnte beobachten, daß die Schwärmer (Gameten) bei Cuttleria multifida mit überraschender Präzision zu Tagesanbruch austreten, also während der Nacht gebildet sein müssen, während derselbe Vorgang bei Enteromorpha stets am Nachmittage verläuft. Braun sowohl wie Thuret schrieben dem Wechsel von Tag und Nacht den entscheidenden Einfluß zu. Strasburger[4]) gelang es durch Abkühlung von Spirogyra-Kulturen auf 0^0 bis $+ 5^0$, die Teilung auf den folgenden Morgen zu verschieben, so daß als zweiter entscheidender Faktor die Temperatur erscheint.

Für Pilze finde ich nur die Angabe von Ferd. Cohn[5]), daß die Sporenbildung von Pilobolus crystallinus während der Nacht stattfinde. Dagegen scheint Ähnliches für Saprolegniaceen nicht zuzutreffen, da Claußen[6]) für diese hervorhebt, daß bestimmte Entwicklungsstufen nicht an bestimmte Tageszeiten gebunden seien. Einschlägige Beobachtungen für Meeresalgen haben sich neuerdings erheblich vermehrt, worüber ich der Zusammenstellung bei F. Oltmanns[7]) einige Angaben entnehme (l. c., II, 58). Freilich gibt Oltmanns die Zeit der Öffnung von Gametangien, Oogonien und Antheridien an, doch setzt die zum Teil außerordentliche Regelmäßigkeit der Öffnung offenbar eine ebenso regelmäßige Entwicklung und Teilungsfolge voraus. Eine derart gleichmäßige Öffnung der betreffenden Organe wird angegeben für Dasycladus nachmittags 4^{02} bis 4^{40}, Codium 12^{20} bis 12^{40} nachts, und ähnlich sollen sich Bryopsis, Ectocarpus, Fucaceen, Cladophora, Ulothrix, Monostrema, Vaucheria u. a. verhalten. Wenn die Zeiten auch naturgemäß verschieden sind, so scheint doch der Tagesanbruch bevorzugt zu sein, und Dasycladus und nach Thurets Angabe Enteromorpha mit den Entleerungen am Nachmittage stehen ganz vereinzelt da. Für Diatomeen gibt Lanterborn[8]) (l. c., S. 60, Anm.) an, daß sie sich der Regel nach des Nachts teilen, und ich kann nach meinen

zahlreichen Beobachtungen dies als den häufigsten Fall bestätigen. So konnte ich z. B. in einem überaus reichlichen Planktonfang in der Kieler Bucht von Coscinodiscus spec., dem nur Ceratium tripos beigemengt war, im Oktober 1897, vormittags ca. 10—11 Uhr, auch nicht ein einziges Exemplar in Teilung finden, obwohl sich die Art gerade in einer ihrer starken Vermehrungsperioden befand.

Für Peridineen scheinen ebenfalls bestimmte Tageszeiten für die Teilung zu bestehen; so sah Lanterborn[9]) Ceratium hirundinella ausschließlich während der Nacht in Teilung eintreten, während Mangin[10]) bei einer massenhaften Ansammlung von Ceratium cornutum feststellen konnte, daß 98 % aller Individuen sich zwischen 8 und 10 Uhr vormittags teilen und nur 2 % auf die übrigen Tageszeiten entfallen. Von sonstigen Flagellatenähnlichen Peridineen sei hier die Angabe von Klebs[11]) angeführt, der für Cystodinium bataviense einen 24stündigen Teilungsvorgang und Entleerung der Cysten frühmorgens zwischen 6 und 7 Uhr angibt, so daß wenigstens die Vollendung der Teilung auf die Nacht entfällt.

Endlich schließt sich an das vorher bereits erwähnte Verhalten von Spirogyra mit ausschließlich nächtlichen Teilungen nach L. Kurssanow[12]) auch Zygnema an, deren Teilungen nur nachts und zwar zwischen 9 und 12 Uhr erfolgen (l. c., S. 79). Und von Desmidiaceen beobachtete Lutman[13]) bei Closterium die Mehrzahl der Teilungen ebenfalls von 9 bis 12 Uhr nachts, doch in gewisser Abhängigkeit von dem Wetter (Licht und Wärme) des vorhergehenden Tages. Die neueste Angabe in dieser Frage ist diejenige von H. Kaufmann[14]), der für Cylindrocystis Brebissonii das Teilungsmaximum nachts von $^1/_2$12 bis $^1/_2$2 findet, ohne daß Teilungen zu anderer Zeit völlig ausgeschlossen sein sollen.

Diese Angaben für feste Teilungszeiten, die durchaus keine Vollständigkeit beanspruchen, beziehen sich ausschließlich auf die natürlichen Wachstumsbedingungen bei Thallophyten. Daß wir sie durch verschiedene Mittel zu verändern imstande sind, bleibt hier außer Betracht. Es ist mir dagegen nicht gelungen, ähnlich bestimmte Angaben für höhere Pflanzen aufzufinden; trotz der zahllosen Arbeiten über Zytologie scheint man sowohl

für somatische- wie Reduktionsteilungen jede beliebige Tageszeit mit gleichem Erfolge zur Fixierung des Materials verwertet zu haben. Für die Verfolgung der somatischen Zellteilungen sind mit Vorliebe Wurzelspitzen benutzt worden, die in der Tat stets gleichmäßig reichliche Teilungen im embryonalen Teile des Vegetationskegels aufweisen, und ebenso sind zu beliebigen Tageszeiten junge Antherenanlagen, wie junge Fruchtknoten der Untersuchung unterzogen. Daß es aber nicht in allen Fällen gelingt, die gewünschten Teilungszustände zu erhalten, ist mir aus eigener Erfahrung bekannt geworden, da in dem massenhaft eingesammelten Material von Gnetum-Samenanlagen, das den tropischen Temperatur- usw. Verhältnissen entsprechend in der Regel vormittags zwischen 7 und 10 Uhr eingelegt war, auch nicht eine einzige Teilung in der Embryosackmutterzelle oder im sich weiter entwickelnden Embryosack aufgefunden werden konnte, wie ich seinerzeit (l. c., S. 356—57) angegeben habe[15]). Durch welche in den natürlichen Lebensbedingungen gegebenen Faktoren nun die bei den Thallophyten deutlich vorhandenen und, nach dem letzten Beispiel, auch bei den höheren Pflanzen vielleicht nicht völlig ausgeschlossenen periodischen Verschiedenheiten in der jeweiligen Ausgiebigkeit des embryonalen Wachstums, oder sagen wir der Häufigkeit der Zellteilungen, bedingt werden, habe ich versucht festzustellen.

Sucht man zunächst nach Anhaltspunkten für die verschiedenen in Betracht kommenden Möglichkeiten, so finden sich solche, unter Voraussetzung der sonstigen Wachstumsbedingungen, in dem schon von Alex. Braun, Thuret und Strasburger hervorgehobenen Wechsel von Tag und Nacht, und in Unterschieden der Temperatur, wie es oben (S. 2) ja kurz angeführt ward. Einigen weiteren Literaturangaben kann man genauere Hinweise entnehmen. Der Einfluß des Lichtes auf Zellteilungsvorgänge findet z. B. Behandlung in einer der früheren Arbeiten von J. Sachs[16]), die in ihrer klaren Disposition und Fragestellung alle Vorzüge Sachs'scher Darstellungskunst aufweist. Hier heißt es: »Die räumlich und zeitlich geregelten Zellteilungsfolgen, auf denen die Neubildung der Pflanzenorgane beruht, finden in dem normalen Verlaufe der Vegetation ge-

wöhnlich an solchen Orten statt, welche dem unmittelbaren Einfluß des Tageslichtes ganz oder teilweise entzogen sind, und nur wenige Arten von Zellbildungen erfolgen an solchen Stellen, welche ihm einen ungeschwächten Zutritt gestatten.« Nach Hinweis auf unterirdische Organe fährt Sachs fort: »Selbst an oberirdischen Pflanzenteilen treten aber die Vorgänge der Zellteilung oft in tiefer Dunkelheit ein. Das zellenbildende Cambium älterer Baumstämme und mehrjähriger Äste ist gewöhnlich von einer undurchsichtigen Borke umhüllt; die erste auf Zellteilung beruhende Bildung nächstjähriger Sprossen findet oft in einer Umhüllung zahlreicher Schuppen statt, von denen zwar jede einzelne ziemlich durchscheinend ist, die aber zusammen eine opake Hülle darstellen (Aesculus); so erfolgt auch die erste Anlage des Blütenstandes unserer Gramineen in der verdunkelnden Umhüllung der Blattscheiden, welche bei den Cerealien allerdings keine vollständige ist, bei Zea-Mais aber, bei der großen Zahl der umhüllenden Scheiden gewiß einen so hohen Grad erreicht, daß bis zu den verborgenen Bildungsstätten der Infloreszenzen ein dem menschlichen Auge kaum mehr wahrnehmbares Licht vordringt.« Nachdem Sachs dann einige dieser anscheinenden Regel offenbar widersprechende Beispiele, wie die Bildung von Spaltöffnungsschließzellen auf der Oberseite der Blätter bei Beta angeführt hat, heißt es weiter: »Es werden weitere Untersuchungen zeigen, ob jene Zellbildungen, welche ihrer Lage nach einem ungeschwächten Lichte preisgegeben sein würden, nicht vielleicht periodisch in der Nacht fortschreiten und am Tage in den Übergangsstadien verharren«. Eine solche Vermutung werde nahegelegt durch den Umstand, »daß sich mit zunehmender Höhe der Organisation auch das Streben immer deutlicher geltend mache, die Zellbildungsherde dem Lichte möglichst zu entziehen«. Alsdann wird auf die hier vorangestellten periodischen Erscheinungen bei den Algen hingewiesen.

In seiner Experimentalphysiologie[17]) (S. 30) formuliert Sachs dieselben Gedanken so: »Es ist, wie ich glaube, ein allgemeines Gesetz, welches sich mit steigernder Vollkommenheit der Organisation, d. h. mit fortschreitender Teilung der physiologischen Arbeit in verschiedene Organe, mehr und mehr geltend macht,

daß die chlorophyllhaltigen Assimilationsorgane diejenige Form und Stellung annehmen, durch welche sie für das Auffangen der Sonnenstrahlen in die günstigste Lage versetzt werden, wogegen die zur Neubildung von Organen oder Geweben bestimmten Teile des Pflanzenkörpers (Knospen, Cambium usw.) sich durch verschiedenartige Umhüllungen gegen den unmittelbaren Einfluß des Lichtes schützen, und wo dies bei der Einfachheit und Durchsichtigkeit der Pflanze nicht tunlich ist, da scheint in gleichem Sinne eine zeitliche Verteilung derart stattzufinden, daß am Tage die Stoffbildung, in der Nacht die Neubildung der Zellen sich vollzieht«.

Da die tatsächlichen Verhältnisse bei den Algen ja offenbar vielfach dieser Voraussicht entsprechen, wenn auch mit mehr oder minder großer Genauigkeit, wofür die verschiedene Organisation der verschiedenen Arten allein verantwortlich gemacht werden kann, so kam es darauf an zu sehen, ob sich für höhere Pflanzen ebenfalls eine derartige Tagesperiodizität feststellen läßt.

Die geeignetsten Organe für die Untersuchung waren ja offenbar die Vegetationspunkte, und als Maß des embryonalen Wachstums ließ sich kein anderes finden, als zu den verschiedenen Tageszeiten die in vergleichbaren Gewebemassen vorhandenen Zell- oder Kernteilungen auszuzählen. Vergleichbar sind entweder die Summe der durch den Vegetationspunkt gelegten Schnitte, was nur für kleinere Vegetationsscheitel in Betracht kommt, oder die medianen Schnitte, deren auszuzählende Flächeneinheit mit dem Objekt-Kreuztisch festgestellt werden kann.

Die ersten Versuche reichen noch in meinen Bonner Aufenthalt (1908/09) zurück; sie waren mit Wurzeln von Vicia Faba angestellt und hatten nur das Ergebnis, daß sich der außerordentlich große Einfluß des Temperaturwechsels herausstellte und damit die Unmöglichkeit, ohne Herstellung konstanter Außenbedingungen, bezw. konstanter Temperaturen ein brauchbares Resultat zu erreichen.

So wurden die Versuche einstweilen abgebrochen und konnten erst in Halle unter günstigeren Bedingungen wieder aufgenommen werden. Hier stand ein sehr geräumiger Ther-

mostat zur Verfügung, der eine große Menge von Töpfen aufnehmen konnte. Die zu benutzenden Samen wurden von Beginn des Einquellens ab völlig dunkel gehalten und nach zirka 24 Stunden zu 10 bis 15 in die mit Sägespähnen gefüllten Töpfe gesteckt. So kamen sie in den jedes Licht abschließenden Thermostaten, der durchweg auf 25° eingestellt war. Für bestimmte Versuchsserien konnte der Thermostat mittels einer Liliput-Bogenlampe von 500 Kerzen belichtet werden; die Lampe ward 1 m von den Pflanzen entfernt gehalten, durch die Glasglocke der Lampe und das Fenster des Thermostaten von ihnen getrennt.

Bei den Versuchen und bei der Herrichtung der Präparate hatte ich mich der Hilfe des Herrn Dr. J. Nitzschke zu erfreuen, der in die Mikrotom- und Färbetechnik gut eingearbeitet war. Ich möchte ihm auch an dieser Stelle meinen Dank dafür aussprechen.

Die Fragestellung für unsere Versuche war zunächst die: Läßt sich für die Vegetationspunkte höherer Pflanzen eine Periodizität des embryonalen Wachstums nachweisen, die in einer periodisch wechselnden Zahl der im Vegetationspunkt verlaufenden Kernteilungen zum Ausdrucke gelangt? Ist es auch kaum wahrscheinlich, daß sich die Teilungen derart zusammendrängen wie in den einzelligen Organen niederer Algen, so wird doch vielleicht eine periodische Häufung des Vorganges zu bestimmten Tageszeiten nachweisbar sein, während sie in den übrigen Tageszeiten eine mehr gleichmäßige Höhe einhalten.

Für die Versuche wurden zunächst Wurzelvegetationspunkte gewählt. Als geeignete Versuchspflanze erschien Vicia Faba. Die starken Keimwurzeln der Pflanze wurden topfweise zu den bestimmten Zeiten in Länge von 1 bis 1,5 cm abgeschnitten und sogleich im Flemmingschen Gemisch (schwächere Lösung) fixiert, nach 24 Stunden ausgewaschen und in der bekannten Weise in Paraffin überführt. Eine solche Wurzelspitze liefert nun eine außerordentlich große Zahl von Schnitten, so daß deren vollständige Durchzählung einfach unmöglich gewesen wäre. Es wurden daher die medianen Schnitte mit möglichster

Sorgfalt ausgesucht und diese, je einer von jeder Wurzel, auf vorhandene Kern- und Zellteilungen hin untersucht[18]). Die äußersten Zellreihen der Wurzelhaube blieben ausgeschlossen, da sie ausgewaschen sind. So ward mit Hilfe der Kreuztisch-Verschiebungen 1 mm weit der Wurzellängsschnitt abgesucht und die gefundenen Teilungen in die üblichen Rubriken Prophase, Metaphase, Anaphase und Telophase eingetragen, denen ich noch die erste sichtbar werdende Auflockerung der Kerne in kurz vor Eintritt in die Teilung stehenden Zellen als fünfte resp. erste Rubrik hinzufügte. Die Fixierungen wurden zunächst etwa alle zwei Stunden vorgenommen. Hiernach wird die folgende Tabelle (s. Tabelle I, S. 9 und 10) verständlich sein.

Nach dieser Tabelle I ist die große Zahl der während des ganzen Tageslaufes beobachteten Zell- resp. Kernteilungen ersichtlich. Eine geringe Erhöhung der Zahl weisen die Zeiten von 7—11 Uhr nachts auf, während nachmittags $4^1/_2$ Uhr eine starke Verminderung sich zeigt. Die Differenzen unter den einzelnen Wurzeln sind meist gleichmäßig, nur bei einem kleinen Prozentsatz größer, zum Teil außerordentlich groß, doch schien es mir nicht richtig, einzelne auszuschließen, auch wenn sie (wie z. B. 9 abends) sehr aus der Reihe fallen. Immerhin hielten diese mehr zufälligen erheblichen Differenzen mich ab, die hohe Mittelzahl als Andeutung einer periodischen Steigerung der Teilungszahl anzunehmen. Wünschenswert mußte es daher sein, eine genauere Reihe mit nur einstündigen Intervallen zu erhalten. Dazu wurden Wurzeln von Zea verwendet, die an vier Tage alten Keimlingen gewonnen waren. Die Auswahl des jeweiligen medianen Schnittes ist hier erleichtert durch die den Gramineenwurzeln eigene Einsenkung des Wurzelscheitels, in welche die Wurzelhaube sich vorwölbt. Die Zählung ward außerdem derart verändert, daß jede Verschiebung des Objekts, die doch immer Ungenauigkeiten verursachen könnte, ausgeschlossen blieb und lediglich das Gesichtsfeld ausgezählt wurde, wobei von der Wurzelhaube noch so viel hinzugenommen ward, als in fünf Zellreihen vom Pleromscheitel ab gerechnet darauf entfiel. Die Zahlen mußten also naturgemäß kleiner ausfallen als bei Tabelle I, aber es handelt sich ja lediglich um die Verhältnisse der einzelnen Tageszeiten zueinander.

Tabelle I.

Vicia Faba, Wurzeln von jungen Keimlingen. Thermostat 25°.

Mediane Längsschnitte 1 mm vom Scheitel auf dem Kreuztisch.

Zeit	Auflokkerung	Prophase	Metaphase	Anaphase	Telophase	Summe	Mittel	
10½	11	14	13	8	15	61		Zeiß-Apochr. 4 mm, Oc. 8 = 500/1
	11	17	10	10	19	67		
	13	11	14	5	15	58	62,6	
	15	18	6	12	14	65		
	17	17	9	10	9	62		
12	7	16	12	10	14	59		
	13	12	6	10	8	49	56	
	7	19	9	12	9	56		
	11	14	8	15	12	60		
2	6	10	8	11	10	45		
	10	22	14	7	8	61	58,75	
	7	18	19	14	6	64		
	9	15	16	17	8	65		
3	12	9	3	10	6	40		
	9	11	8	5	10	43	45,5	
	9	12	8	12	5	46		
	11	10	6	12	14	53		
4½	2	6	8	8	5	29		
	3	5	12	7	6	33	26	
	0	1	1	1	11	5		
	4	7	9	15	2	37		
5	11	13	6	9	20	59		
	15	14	4	5	13	51	55,3	
	8	12	9	9	18	56		
7	23	16	12	11	12	74		Nachtzeit. von 6 Uhr abd.-6 Uhr morg. sind unterstrichen
	27	23	13	16	17	96		
	11	14	13	17	16	71	72,16	
	9	14	4	11	9	47		
	18	17	9	16	17	77		
	20	21	9	13	5	68		
9	13	32	18	16	9	88		
	18	28	31	19	15	111	72,5	
	16	22	10	17	14	79		
	4	6	2	—	—	12		
11¼	2	6	4	8	16	36		
	11	22	10	12	18	73	71,5	
	17	32	17	11	25	102		
	8	20	16	20	11	75		
1½	13	22	15	11	10	71		
	11	22	9	4	14	60		
	23	27	10	4	11	75	62,8	
	11	9	6	5	25	56		
	17	15	5	5	10	52		

Tabelle I (Fortsetzung).

Zeit	Auflokkerung	Prophase	Metaphase	Anaphase	Telophase	Summe	Mittel
3	17	19	10	15	11	72	
	9	15	16	5	5	50	
	11	15	8	2	12	48	
	8	25	10	9	19	71	58,7
	4	26	15	12	7	64	
	10	16	3	5	12	46	
	12	14	16	7	11	60	
3/4 5	10	20	12	11	14	67	
	16	19	12	17	23	87	
	21	9	5	11	6	52	66,8
	17	13	12	12	8	62	
	6	13	12	17	18	66	
7	10	5	4	3	8	30	
	3	10	23	7	7	50	
	5	10	8	3	4	30	43,5
	5	6	14	13	14	52	
	13	10	16	5	11	55	
9	15	18	11	11	13	78	
	8	11	15	5	18	57	
	9	11	14	15	11	60	62
	8	10	16	8	8	50	
	12	17	16	12	8	65	

Die durchgeführte Stundenzählung ergibt nun durchweg gleichartige Resultate, wo keinerlei Auf- oder Abstieg, noch eine plötzliche Steigerung wahrzunehmen ist. Das embryonale Wachstum verläuft also, nach den Zellteilungen zu schließen, bei den Wurzeln den ganzen Tag (zu 24 Stunden gerechnet) gleichmäßig, sobald gleiche äußere Wachstumsverhältnisse, wie Temperatur, Feuchtigkeit usw. gewährleistet sind. Ob aber vielleicht das Alter der Wurzeln einen Unterschied machen kann, erscheint nicht ausgeschlossen, da die sieben Tage alte Wurzel, gegenüber der vier Tage alten, zur gleichen Zeit (2—3 1/2 und 3 Uhr) einen nicht ganz unbeträchtlichen Unterschied aufweist. Doch liegt die Entscheidung dieser Frage außerhalb unserer Fragestellung. Das Resultat des durchweg mit geringen Schwankungen gleichmäßig fortschreitenden embryonalen Wachstums der Wurzeln war nach den bisherigen Erfahrungen, die an Wurzeln jederzeit eine große Menge von Teilungszuständen in den embryonalen Wachstumszonen auffinden ließen, nicht unerwartet. Die gleichmäßigen

Tabelle II.

Zea-Wurzeln in Sägespänen. Thermostat 25°. Dunkel; medianer Längsschnitt. Gesichtsfeld ca. 5 Kerne vom Pleromscheitel aus gezählt, so daß keine Verschiebung.

Zeit	Auflok-kerung	Pro-phase	Meta-phase	Ana-phase	Telo-phase	Summe	Mittel	
10	1	1	4	4	2	12		Zeiß-
	—	1	4	6	—	11	12	Apochr.
	1	2	5	3	3	14		4 mm,
	1	—	4	4	2	11		Oc. 8.
11	—	—	3	3	2	8		4 Tage alt
	—	—	3	4	1	8	8,6	
	1	1	1	6	1	10		
12	1	3	6	7	3	20		
	1	—	7	8	—	16		
	—	2	4	5	—	11	13,4	
	—	3	2	4	—	9		
	—	2	6	3	—	11		
1	1	2	3	6	2	14		
	2	2	3	4	2	13		
	2	2	2	6	—	12	13,6	
	—	1	4	9	2	16		
	—	2	6	2	3	13		
2	1	—	6	4	—	11		
	—	—	4	3	1	8		
	1	3	4	4	—	12	11,4	
	—	1	8	5	2	16		
	—	2	5	2	1	10		
$3^1/_2$	1	1	5	10	2	19		
	2	—	5	4	—	11		
	—	—	7	2	3	12	14,4	
	—	2	7	5	2	16		
	—	1	4	8	1	14		
4	—	2	3	3	4	12		
	—	1	1	6	3	11	12	
	—	1	8	3	—	12		
	—	2	4	7	—	13		
5	2	—	3	10	1	16		
	2	1	9	9	—	21		
	—	—	7	8	2	17		
	—	1	4	3	—	8	15,3	
	—	2	7	5	—	14		
	—	3	7	6	—	16		
6	—	—	10	—	4	14		Nachtzeit.
	—	—	5	4	1	10	9,6	von 6 Uhr
	—	—	1	4	—	5		abd.-6 Uhr
7	1	2	3	6	2	14		morg. sind
	—	1	4	6	—	11		unter-
	—	2	3	4	—	9	10,6	strichen
	—	1	4	3	1	9		
	—	2	3	5	—	10		

Tabelle II (Fortsetzung).

Zeit	Auflokkerung	Prophase	Metaphase	Anaphase	Telophase	Summe	Mittel
8	—	2	2	2	1	7	7,3
	—	1	4	2	2	9	
	—	—	2	4	—	6	
9	—	—	1	7	—	8	6,5
	—	1	1	—	—	2	
	—	—	1	1	1	3	
	1	2	5	2	3	13	
10	1	1	3	2	3	10	10,25
	1	1	3	5	4	14	
	—	—	4	5	1	10	
	—	1	3	2	1	7	
11	—	1	1	3	1	6	7,2
	—	1	2	3	—	6	
	—	—	2	3	—	5	
	—	—	1	4	5	10	
	—	—	3	6	—	9	
12	—	—	3	6	2	11	7,6
	—	—	1	2	—	3	
	—	—	2	1	—	3	
	—	—	4	4	2	10	
	—	1	4	4	2	11	
1	—	—	1	3	4	8	9,75
	1	1	3	1	3	9	
	1	—	2	4	2	9	
	3	2	4	2	2	13	
2	1	3	4	6	3	17	12,6
	—	2	6	2	—	10	
	—	3	5	5	2	15	
	1	3	1	4	4	13	
	—	—	7	—	1	8	
3	—	—	5	8	1	14	10,5
	3	1	4	—	—	9	
	1	3	2	7	1	14	
	—	—	1	4	—	5	
4	—	2	1	5	—	8	9,3
	1	2	6	4	—	13	
	—	—	3	4	—	7	
5	1	—	5	9	—	15	13,5
	1	2	4	2	3	12	
	2	1	5	3	1	12	
	4	2	2	6	1	15	
6	2	4	4	8	3	21	15,5
	1	—	3	6	4	14	
	3	3	2	2	2	12	
	1	1	7	3	3	15	
7	—	3	9	6	2	20	20

Tabelle II (Fortsetzung).

Zeit	Auflok-kerung	Pro-phase	Meta-phase	Ana-phase	Telo-phase	Summe	Mittel	
8	1	3	3	6	5	18		
	—	5	3	3	4	15	17	
	7	2	4	5	—	18		
9	—	7	9	7	—	23		
	4	2	3	2	—	11	17,6	
	—	—	6	10	3	19		
3	2	3	10	5	3	23		7 Tage alt
	—	3	10	8	—	21		
	2	5	13	4	2	26	20,6	
	2	2	4	9	6	23		
	—	3	6	1	—	10		

Wachstumsverhältnisse, sofern nicht etwa zu große Austrocknung eintritt, lassen das Ergebnis ja fast vorhersehen, da die wechselnden Lufttemperaturen sich dem Boden doch nur langsamer und mit gemilderten Abstufungen mitteilen können und andere das Wachstum beeinflussende Faktoren, denen die Sprosse ausgesetzt sind, wie vor allem das Licht, vollständig fehlen. Es galt also zunächst Sproßvegetationspunkte zu untersuchen, und zwar ebenfalls unter Lichtausschluß.

Die Sproßkegel sind meist viel weniger umfangreich als diejenigen der Wurzeln, so konnte hier die Zählung der gesamten Schnitte, also die Feststellung der im ganzen Vegetationskegel vorhandenen Teilungen des embryonalen Gewebes vorgenommen werden. Über den verschiedenen Umfang der einzelnen Kegel gibt die letzte Reihe der Tabelle Auskunft, indem sie die Zahl der den Kegel zerlegenden Schnitte angibt. So ist die Genauigkeit hier jedenfalls eine größere, da man an der Zuverlässigkeit, daß die medianen Schnitte wirklich vergleichbare Größen darstellen, vielleicht doch Zweifel hegen kann, wenn sich auch kein besseres innerhalb der Grenze der Möglichkeit liegendes Mittel in dem Falle der Wurzeln ausfindig machen ließ. Die Zeitintervalle sind in Tabelle III (s. S. 14 u. 15) annähernd 2 Stunden gewesen. Diese Tabelle zeigt ein deutliches Maximum, das auf die Zeit von $^1/_2$10 Uhr abends bis $^1/_2$2 Uhr nachts entfällt, es wird vermutlich, da bereits um 8 Uhr ein Anschwellen erkennbar ist, das sich bis 11^{15} steigert, hier die Höhe noch nicht ganz erreicht haben, also zwischen 12 und

Tabelle III.

Pisum sativum-Sproßvegetationspunkte. 4 Tage alt. Keimlinge im Thermostaten 25°. Dunkel. Ganzer Vegetationskegel gezählt.

Zeit	Auflokkerung	Prophase	Metaphase	Anaphase	Telophase	Summe	Mittel	Zahl der Schnitte	
9	1	1	1	2	2	7	8	10	Zeiß-Ap. 4 mm, Oc. 8
	1	2	2	1	3	9		10	
$10^3/_4$	—	—	3	1	4	8		9	
	—	—	3	1	3	7	9,25	9	
	2	2	3	1	2	10		9	
	2	3	2	3	2	12		9	
1^{10}	2	3	2	2	3	12		9	
	0	1	4	1	4	10		9	
	2	—	—	—	4	6		10	
	1	1	3	1	5	11	9,83	10	
	—	2	2	—	7	11		10	
	1	1	2	2	3	9		8	
$3^1/_4$	5	—	2	—	1	8		9	
	3	3	3	—	2	11		9	
	2	2	3	1	—	8	8	9	
	1	1	—	—	3	5		7	
	1	3	3	1	—	8		9	
5^{20}	2	1	1	3	1	8		9	
	2	5	6	1	—	14		10	
	3	2	1	3	—	9	9,8	10	
	2	1	4	1	2	10		9	
	2	2	2	2	—	8		8	
$7^3/_4$	—	7	4	2	9	22		9	
	2	4	2	—	1	9		6	
	1	2	—	—	—	3	14	7	
	1	7	7	3	4	22		9	
$9^1/_2$	3	4	5	1	10	23		7	
	2	4	—	1	6	13		7	
	2	7	6	5	4	24		7	
	—	3	4	3	2	12	**20**	10	
	4	8	5	4	5	26		10	
	1	4	5	5	4	19		6	
	2	7	7	2	5	23		7	
$11^3/_4$	2	10	5	2	2	21		8	
	4	5	6	3	5	23	**21,3**	8	
	2	3	6	6	3	20		10	
1^{40}	3	8	5	2	3	21		10	
	4	4	7	—	2	17		9	
	5	3	8	—	—	16	**21,16**	9	
	3	3	7	—	—	13		9	
	6	5	9	8	2	30		10	
	2	7	14	7	—	30		9	

Tabelle III (Fortsetzung).

Zeit	Auflok-kerung	Pro-phase	Meta-phase	Ana-phase	Telo-phase	Summe	Mittel	Zahl der Schnitte
$3^1/_2$	2	5	2	1	3	13		7
	—	3	13	1	2	19		9
	2	2	1	3	5	13	13,83	9
	1	2	4	3	9	19		7
	1	7	1	1	9	19		9
6^{05}	1	5	1	1	1	9		9
	1	1	2	1	1	6	6,75	8
	—	—	1	1	2	4		7
	—	2	3	3	—	8		11
8	1	2	1	3	3	10		9
	2	3	2	1	1	9	8,25	8
	1	2	1	1	1	6		6
	2	3	3	—	—	8		7

1 Uhr nachts liegen. Um 3 Uhr nachts ist ein erheblicher Abfall zu verzeichnen, der weiter zu dem morgens 6 Uhr gefundenen Minimum führt. Der Rest des Tages hält sich mit geringen Schwankungen auf etwa gleicher Höhe. Daß die Keimlinge völlig unter Lichtabschluß erwachsen, die Periode also nicht direkt vom Licht bedingt sein kann, wird uns noch weiter beschäftigen.

Zunächst kommt es darauf an, mehr Material zusammenzubringen. Ob ferner die Periode einer Pflanzenart, oder vielleicht auch nur einer Rasse, stets die gleiche Lage haben wird, ob es sich also um individuelle oder spezifische Eigentümlichkeiten handelt, ist a priori auch nicht zu sagen. Aus dem Grunde bedauere ich, von Pisum keine weiteren Kulturen gemacht zu haben. Andererseits ist es keine günstige Pflanze; die Kerne sind klein, und bei der schnellen Entwicklung der Blattknospen und ihrer Axelsprosse ist es nicht immer leicht, den Haupt-Vegetationspunkt des Pflanzensprosses, auf den es allein ankommen kann, unter immerhin zahlreichen Schnitten, die durch die ganze Knospe geführt sind, herauszufinden; besonders ist dabei auch die scharfe Nutationskrümmung des Sproßgipfels hinderlich.

Aus all diesen Gründen ist weiterhin mit Zea-Mais, und zwar einer großen amerikanischen Sorte von Pferdezahnmais (H a a g e & S c h m i d t) gearbeitet worden, die sich durch große

Tabelle IV.

Zea-Sproßvegetationspunkte. Thermostat 25°. Dunkel.
Junge Keimlinge gerade durch die Sägespähne durchgebrochen, alle Schnitte gezählt.
4 Tage alt.

Zeit	Auflokkerung	Prophase	Metaphase	Anaphase	Telophase	Summe	Mittel	Zahl der Schnitte	
$9^1/_2$	—	3	3	1	—	7	6	7	Zeiß-
	2	2	1	—	—	5		6	Ap.
$11^1/_4$	2	3	7	2	1	15		8	4 mm
	2	2	6	1	1	12		6	Oc. 8
	3	5	7	4	7	26		8	
	1	4	8	3	3	19	16,14	5	
	—	2	1	—	7	10		6	
	—	2	2	3	3	10		8	
	1	5	8	3	4	21		6	
12	2	3	10	3	3	21		8	
	1	3	1	—	1	6		7	
	1	3	5	—	—	9		8	
	2	1	5	1	2	11	13,5	8	
	2	5	5	6	3	21		8	
	1	2	—	—	10	13		8	
$2^1/_4$	1	3	4	3	—	11		6	
	—	1	4	1	—	6	8,3	7	
	—	2	3	2	1	8		5	
$3^1/_4$	1	1	5	1	—	8		6	
	1	6	13	—	2	22		8	
	1	2	9	1	1	14	12,2	6	
	—	—	3	—	1	4		9	
	3	2	7	1	—	13		5	
$5^1/_4$	1	5	6	2	2	16		5	
	1	5	4	2	—	12		8	
	1	2	5	1	1	10		8	
	1	—	2	1	1	5	12,4	5	
	1	3	5	2	1	12		8	
	1	4	6	2	—	13		7	
	1	5	9	3	1	19		6	
$7^1/_4$	1	2	5	1	—	9		6	
	1	2	3	3	1	10		6	
	—	3	7	—	1	11		6	
	—	2	5	—	—	5	9,3	5	
	1	3	8	—	—	12		6	
	—	4	5	—	—	9		8	
9	—	5	5	1	—	11		7	
	1	4	9	—	—	14		6	
	1	1	10	1	4	17	18,8	7	
	2	5	15	1	—	23		10	
	5	10	16	1	—	32		8	
	5	3	9	3	1	21		6	
	1	4	5	2	2	14		8	

Tabelle IV (Fortsetzung).

Zeit	Auflok-kerung	Pro-phase	Meta-phase	Ana-phase	Telo-phase	Summe	Mittel	Zahl der Schnitte
10	2	1	10	6	2	21		6
	2	3	6	1	11	23		8
	—	—	8	6	1	15	**21,8**	6
	1	5	14	3	—	23		8
	—	3	13	4	7	27		9
12	1	2	12	1	3	19		7
	—	3	7	1	2	13		6
	4	6	15	3	9	37	**27,4**	7
	3	10	27	8	—	48		9
	—	11	5	2	2	20		7
2	1	7	27	1	1	37		8
	1	2	20	10	2	35		7
	2	11	21	—	—	34	**28,4**	9
	2	4	16	2	2	26		6
	—	2	7	—	1	10		5
$4^{1}/_{4}$	4	11	13	6	2	36		9
	2	4	15	—	1	22		7
	—	2	23	1	—	26	**31,3**	10
	2	10	18	—	—	32		7
	—	10	19	3	2	34		8
	—	14	24	—	—	38		8
6	2	3	5	3	2	15		6
	3	3	3	7	8	24		7
	3	4	2	6	13	28	**21,5**	5
	1	—	1	—	8	10		6
	1	3	11	9	2	26		6
	1	—	10	10	5	26		6
8	4	2	6	3	5	20		6
	7	—	1	3	9	20		7
	4	3	4	1	—	12	20,4	5
	2	1	4	18	—	25		7
	5	2	6	8	4	25		7

Kerne auszeichnet. Die Kerne der Vegetationspunkt-Zellen haben nach kürzlich vorhergegangener Teilung hier höchstens die halbe Größe der ausgewachsenen, die in absehbarer Zeit sich wieder teilen würden, ein Unterschied, der mir sonst nirgends so sehr aufgefallen ist. Es wurden stets alle Schnitte durchgezählt, und zwar rechnete ich den Vegetationskegel bis an die nächste, in Ringwallform hervortretende Blattanlage, so daß die Größe des Kegels wechseln mußte und daraus Ungleichheiten entstehen müssen, die aber unvermeidlich waren.

Betrachtet man zunächst die Größenverhältnisse der Vege-

tationspunkte, so wechselt die Zahl der Schnitte, in die ein vollständiger Kegel zerlegt werden konnte, zwischen 5 und 10. Daß die Zahlen der Kern- und Zellteilungen trotzdem vielfach davon unabhängig bleiben, besonders während des normalen Tagesverlaufes, geht aus dem Vergleich ja ohne weiteres hervor; auch trifft es meist für die Zeit der Steigerung des embryonalen Wachstums zu. Diese Steigerung liegt hier etwa von 12 Uhr nachts bis 6 Uhr morgens, und zwar so, daß wohl 4 Uhr den Höhepunkt treffen dürfte. Der Anstieg ist bereits von 10 Uhr abends an deutlich, der Abfall ist ebenso allmählich um 6 Uhr und um 8 Uhr morgens noch zu erkennen. Der plötzliche Abfall um $^1/_2$10 Uhr dürfte etwas zu stark ausgefallen sein, da mir hier zufälligerweise nur zwei Vegetationspunkte zum Vergleich übrig geblieben waren. Doch stimmt im übrigen ja der starke und plötzlich erfolgende Fall zum Minimum mit den Verhältnissen bei Pisum überein. Der Verlauf während des weiteren Tages wechselt mehr oder weniger stark, genau so wie es sich bei Pisum ergeben hatte. Auch diese Kultur war vom Einquellen der Samen ab völlig im Dunkeln aufgewachsen, die Periode ist also von direktem Lichteinfluß unabhängig. Zur weiteren Feststellung ward noch eine Serie mit einer Stunde Intervall durchgeführt.

Für Tabelle V (s. S. 19, 20, 21) gilt im wesentlichen dasselbe, was für Tabelle IV (s. S. 16 u. 17) gesagt ward. Die Zahl der Schnitte, die durch einen Vegetationskegel gelegt werden konnte, stieg bis auf 13 in einzelnen Fällen, während keiner weniger als fünf aufzuweisen hatte. Natürlich bleibt eine solche Größendifferenz auf die Zahl der Teilungen im embryonalen Gewebe nicht ganz ohne Einfluß, doch sind hier die Zahlen, aus denen das Mittel für die einzelnen Tagesstunden zu bilden war, ziemlich gleichmäßig. Die starke Steigerung stimmt genau mit der in Tabelle IV registrierten überein. Um 10 Uhr abends ist der erste Beginn, der nicht ohne kleine Rückschläge bis 1 Uhr anhält, dann steigt die Kurve rapide über 2 und 3 Uhr, bis um 4 Uhr nachts, wo der höchste Stand erreicht ist, um über 5 und 6 Uhr morgens zu 7 Uhr hin abzufallen. Der weitere Abfall zu 8 Uhr ist nicht so steil, auch bleiben die Tageszahlen ziemlich hoch, und ein Minimum zeigt sich nach vielfachen Schwankungen erst abends

Tabelle V.

Zea-Sproßvegetationspunkte im Dunkeln gezogen.

Thermostat 25°. Zu den Wurzeln gehörig, von Tabelle II, 4—5 Tage alt, 2 bis 5 cm lang, fixiert.

Zeit	Auflokkerung	Prophase	Metaphase	Anaphase	Telophase	Summe	Mittel	Zahl der Schnitte	
10	1	1	4	4	4	14		7	Zeiß-
	3	2	10	4	2	21		8	Ap.
	1	—	9	1	7	18	19,6	8	4 mm,
	1	1	11	2	10	25		9	Oc. 8
	—	1	14	4	1	20		8	
11	5	2	13	3	3	26		9	
	3	6	9	5	3	26		9	
	3	2	11	4	4	24	23,8	10	
	—	5	4	7	4	20		9	
	2	4	10	3	4	23		9	
12	1	1	6	4	2	14		5	
	2	2	8	7	6	25		11	
	1	1	7	9	3	21	20	8	
	1	—	10	7	1	19		7	
	3	2	7	4	5	21		10	
1	3	5	10	4	1	23		12	
	3	2	13	12	4	34		10	
	—	3	11	—	4	18	22,8	5	
	1	4	16	5	1	27		13	
	—	2	4	5	1	12		9	
2	1	3	13	4	2	23		8	
	2	3	9	3	4	21		8	
	6	6	5	2	7	26	21,4	9	
	3	4	5	4	5	21		8	
	3	2	7	3	1	16		8	
$3^1/_2$	5	2	—	4	4	15		11	
	3	2	3	3	4	15	16	7	
	3	4	7	5	5	24		8	
	3	2	—	3	2	10		7	
4	3	3	1	1	5	13		9	
	3	3	2	6	2	16		7	
	3	2	5	3	3	16	17,6	7	
	3	3	4	4	4	18		8	
	1	6	10	4	4	25		8	
5	—	2	3	3	1	9		6	
	—	6	1	3	1	11		6	
	2	4	5	2	1	14	11	8	
	1	2	5	1	1	10		6	
6	1	6	1	4	1	13		7	
	—	7	6	6	2	21	19	8	
	2	6	6	7	2	23		10	

Tabelle V (Fortsetzung).

Zeit	Auflokkerung	Prophase	Metaphase	Anaphase	Telophase	Summe	Mittel	Zahl der Schnitte
7	3	2	—	—	3	8		10
	2	3	2	3	3	13		9
	2	2	4	6	1	15	10,8	11
	—	3	—	1	—	4		9
	—	3	2	5	4	14		9
8	1	2	6	1	4	14		8
	—	4	—	2	—	6		9
	—	3	—	1	2	6	9,4	8
	1	4	2	—	2	9		8
	—	2	4	3	3	12		11
9	2	—	2	2	5	11		9
	3	4	1	1	2	11	8,75	8
	2	2	—	—	1	5		7
	—	—	2	1	5	8		9
10	1	4	2	—	6	13		8
	5	4	—	6	5	20		8
	4	4	3	6	8	25	20,8	10
	4	6	3	2	4	19		8
	7	8	1	7	4	27		11
11	1	6	3	1	7	18		7
	2	4	4	3	3	16		8
	1	6	—	7	3	17	18,6	9
	—	5	2	13	2	22		10
	1	8	1	2	8	20		9
12	4	—	—	1	4	9		6
	3	9	4	5	3	24		7
	5	6	1	6	4	22	21,4	9
	5	3	3	4	8	23		8
	9	10	2	3	5	29		7
1	6	6	3	5	6	26		8
	4	3	4	1	5	17		7
	1	5	2	4	3	15	19,4	7
	4	7	1	5	3	20		7
	5	5	1	2	6	19		8
2	6	8	2	—	8	24		7
	5	11	5	4	3	28		9
	5	10	1	3	8	27	**25,6**	9
	5	5	1	4	5	20		8
	7	5	6	1	10	29		9
3	4	10	5	8	9	36		9
	5	11	9	4	4	33		9
	5	9	3	4	12	33	**35,4**	9
	10	10	6	5	8	39		10
	7	9	6	5	9	36		8

Tabelle V (Fortsetzung).

Zeit	Auflokkerung	Prophase	Metaphase	Anaphase	Telophase	Summe	Mittel	Zahl der Schnitte
4	11	7	6	4	6	34		9
	11	6	5	7	11	40		8
	11	10	7	6	10	44	**40**	11
	7	11	6	5	10	39		9
	8	12	8	4	11	43		9
5	8	8	7	3	8	34		10
	7	4	4	2	7	24		9
	3	6	2	8	10	29	**27,4**	12
	4	7	3	2	11	27		9
	8	4	3	1	7	23		8
6	6	7	7	5	3	28		7
	8	5	5	4	4	26		8
	7	5	4	4	8	28	**26,4**	11
	4	8	4	3	6	25		8
	4	6	6	2	7	25		8
7	1	6	2	3	10	22		9
	3	2	—	3	9	17	18,66	9
	6	3	1	2	5	17		8
8	4	3	2	2	4	15		7
	4	4	2	3	7	20		7
	6	2	4	1	6	19	17,2	8
	3	3	2	4	6	18		8
	3	6	1	2	2	14		7
9	6	4	4	4	8	26		8
	6	4	3	3	5	21		9
	5	6	2	3	9	25	22,6	11
	4	5	3	7	2	21		9
	6	6	2	—	6	20		10

um 8 bis 9 Uhr. Die völlig übereinstimmende Lage des Maximums um 4 Uhr nachts ist also der entscheidende Punkt, auf den das Gewicht dieser Dunkelkulturen von Zea Mais zu legen ist.

Nun fragt sich, wie verhält sich denn ein tagsüber normal belichteter Sproßscheitel von derselben Maissorte? Es wurden also unter denselben Vorsichtsmaßregeln neue Kulturen angesetzt, die jedoch, mit dem ersten Auftauchen des Kotyledons über der Substratoberfläche begonnen, regelmäßig von morgens 6 bis abends 6 Uhr mit der Liliput-Bogenlampe von 500 Kerzen Intensität in 1 m Entfernung belichtet wurden. Um Resultate einer Belichtung wirksam werden zu lassen, mußte dieser Versuch erheblich länger dauern. Die Pflanzen ergrünten dabei

normal, entwickelten kräftige Blätter und hatten vollkommen gesundes kräftiges Aussehen. Der Versuch ward am zehnten Tage, vom Austritt der Keimlinge ab gerechnet, abgebrochen; die Pflanzen waren 14—15 Tage alt.

Die Blattscheiden der Pflanzen waren kräftig entwickelt und der Vegetationskegel darin nicht mehr so leicht beim Fixieren aufzufinden. Bei den bisherigen Dunkelkulturen zeigte eine kleine, äußerlich fühlbare Schwellung den letzten Knoten an, über dem der Vegetationskegel liegen mußte, hier dagegen war man etwas auf das Raten angewiesen, und dabei ist manches Material, ohne Resultate zu geben, verschnitten. Daher konnte die Zahl der zur Untersuchung gelangenden Vegetationskegel in den weiteren Tabellen nicht immer so zahlreich sein, wie ich es gewünscht hätte und wie es in Tabelle V der Fall ist. Sonst sind die Verhältnisse die gleichen.

Tabelle VI (s. S. 23 u. 24) gibt das Resultat des Versuches wieder. Zu bemerken ist, daß durch die Liliput-Lampe die Temperatur etwas beeinflußt ward und um 6 Uhr abends 26,5^0 erreicht hatte. Die sofort vorgenommene Regulierung brachte für 8 und 10 Uhr abends 24^0, von da ab blieb die Temperatur wieder konstant 25^0. Wenn man diese Fehlerquelle in Rechnung stellen will, so werden die Zahlen für 6 Uhr abends vielleicht etwas zu hoch, die für 8 und 10 Uhr abends ein wenig zu tief sein, doch wird das auf den weiteren Verlauf keinen Einfluß haben.

Die Zahlen würden dadurch noch gleichmäßiger werden und den ganzen Tag über nur geringe Schwankungen aufweisen; von 12 Uhr ab tritt eine Steigerung ein, die wiederum um 4 Uhr nachts ihre größte Höhe erreicht, um dann auf das normale Maß zurückzufallen. So ist also dieselbe Periode, die bei den Dunkelkulturen hervortrat, auch bei den erheblich älteren Pflanzen vorhanden, doch sind die Differenzen in der nächtlichen Steigerung des embryonalen Wachstums gegenüber dem sonstigen Verlauf nicht so erheblich wie sie bei den Dunkelkulturpflanzen sich regelmäßig zeigten. Der Umfang der Vegetationskegel blieb innerhalb der bisher beobachteten Grenzen, doch waren sie gleichmäßiger und erreichten weder die untere noch die obere Zahl von Schnitten, die für Tabelle V gefunden waren.

Tabelle VI.

Zea-Sproßvegetationspunkte 6 bis 6 mit elektrischer Bogen-Liliputlampe, 1 m entfernt, belichtet. 6 bis 6 dunkel. Thermostat 25°. 14—15 Tage alt.

Zeit	Auflokkerung	Prophase	Metaphase	Anaphase	Telophase	Summe	Mittel	Zahl der Schnitte	
10	3	2	2	2	1	10		9	Zeiß-
	4	5	—	3	3	15	12	9	Ap.
	—	2	3	2	4	11		9	4 mm,
12	—	5	1	3	2	11		9	Oc. 8.
	1	3	4	1	4	13	14,6	8	
	1	4	7	5	3	20		9	
$2^1/_4$	2	8	5	1	5	21		8	
	4	3	5	—	7	19	16,5	9	
	1	3	4	—	3	11		6	
	2	5	1	1	6	15		9	
4	4	5	3	2	1	15		8	
	3	3	3	3	2	14	12,66	9	
	3	—	2	—	4	9		6	
6	1	6	6	1	6	20		8	
	3	2	3	5	4	17		8	
	3	6	2	2	4	17	16,6	9	
	1	4	2	—	6	13		8	
	1	7	3	2	3	16		8	
8	3	5	4	—	2	14		8	
	3	—	3	2	5	13		8	
	4	5	4	2	1	16	13,75	11	
	1	3	—	2	6	12		9	
10	3	3	3	1	4	14		9	
	2	4	6	2	2	16	12,66	9	
	2	1	—	1	4	8		9	
12	4	2	1	3	8	18		9	
	4	6	3	—	2	15		8	
	5	5	2	1	2	16	17	9	
	4	3	5	4	5	21		8	
	6	3	2	1	3	15		8	
2	7	2	5	1	4	19		9	
	4	4	1	1	6	16		9	
	2	5	6	3	8	24	17,5	8	
	4	—	3	3	5	15		9	
	2	2	7	2	—	13		9	
	1	6	6	1	4	18		8	
4	2	4	6	3	1	16		8	
	6	6	3	3	8	26		9	
	5	5	12	—	5	27	21	11	
	—	8	7	1	2	18		8	
	6	3	1	—	8	18		9	

Tabelle VI (Fortsetzung).

Zeit	Auflokkerung	Prophase	Metaphase	Anaphase	Telophase	Summe	Mittel	Zahl der Schnitte
6	2	2	2	1	11	18		9
	3	1	—	—	8	12	16	9
	1	5	3	2	7	18		9
	2	5	2	—	7	16		9
8	6	11	3	1	1	22		8
	4	4	—	—	5	13		8
	1	2	4	1	3	11	14 8	9
	2	5	4	4	2	17		9
	2	4	1	—	4	11		8

Überblicken wir jetzt die Tätigkeit der Vegetationspunkte von einer Maispflanze, so zeigt sich, daß die im gleichmäßig erwärmten, durchlüfteten und feuchtgehaltenen Boden wachsenden Wurzeln stets in gleicher Weise durch alle Tageszeiten hindurch ihr embryonales auf der Zellvermehrung beruhendes Wachstum fortsetzen, nur geringfügige auf Zufälligkeiten beruhende Schwankungen können hier nachgewiesen werden. Das Wurzelwachstum entbehrt der Periodizität.

Dagegen ließen alle untersuchten Sproßvegetationspunkte von Pisum wie von Zea eine deutliche Periodizität erkennen. Die maximale Steigerung der Zellvermehrung liegt bei Pisum mehr am Beginn der Nacht von 11 Uhr etwa ab; während sie bei Zea in allen Fällen übereinstimmend — für die betreffende Rasse — zwischen 2 und 6 Uhr liegt und um 4 Uhr ihren Kulminationspunkt erreicht. In beiden Fällen fällt das Maximum des embryonalen Wachstums in das Dunkel der Nacht.

Es liegt nahe, für diese Differenz zwischen Wurzel und Sproß denjenigen Faktor verantwortlich zu machen, der bei sonst gleichartigen Lebensbedingungen nur den Sproß, nicht aber die Wurzel beeinflußt. Das ist sicher das Licht, das die im Boden wachsende Wurzel nicht trifft, dem sich der normale Sproß aber nirgends zu entziehen vermag. Das Licht scheint also die Teilungstätigkeit zu behindern, die Dunkelheit sie zu fördern. Der Beweis dafür ist nur durch Versuche zu erbringen.

Ist das im letzten Versuche wie in der natürlichen Tagesperiode von 6 Uhr morgens bis 6 Uhr abends wirkende Licht

abwechselnd mit der in den Nachtstunden herrschenden Dunkelheit die Ursache der Periodizität im embryonalen Wachstum, so muß durch eine Veränderung der Lichtperiode auch diejenige der Pflanze geändert werden. Freilich ist dabei — wie die einer näheren Erörterung noch bedürfenden Dunkelversuche erweisen — mit einer gewissen »Gewöhnung« der Pflanzen an die ihnen im normalen Leben zukommende Lichtperiode zu rechnen, so daß eine direkte Umkehrung der Lichtperiode noch nicht unbedingt eine solche der Pflanzenperiodizität ergeben muß, wie man es ohne dieses »Beharrungsvermögen« der Pflanzen erwarten könnte.

Die Versuche wurden wiederum in gleicher Weise mit derselben Zeasorte angestellt. Nachdem die eingequollenen und in Töpfe gesteckten Samen mit ihrer Coleoptile am 3.—4. Tage an die Oberfläche des Substrates gelangt waren, wurden sie von morgens 6 Uhr bis abends 6 Uhr dunkel gelassen, von abends 6 Uhr bis morgens 6 Uhr aber mit der Liliput-Bogenlampe in der gleichen Weise belichtet, wie die vorige Kultur es des Tags über erfahren hatte. Die Kultur gedieh ebensogut wie die vorige, und es erwuchsen kräftige junge Maispflanzen, die sich äußerlich in nichts von den normal belichteten unterschieden. Die 15—16 Tage alten Pflanzen wurden dann, soweit nötig, fixiert und ebenso wie bisher behandelt.

Das Ergebnis dieses Umkehrungsversuchs (s. Tabelle VII, S. 26 u. 27) war überraschend. Es haben sich bei sonst schwankenden, aber recht niedrig bleibenden Teilungszahlen zwei Maxima herausgebildet, die auf 6 Uhr morgens und 6 Uhr abends fallen, also 12 Stunden auseinanderliegen. Die Erklärung dürfte sich darin finden, daß ein Teil der Pflanzen direkt auf die veränderte Lichtperiodizität reagierte. Diese haben das Licht als Hemmung ihres embryonalen Wachstums empfunden und also während der Belichtung von 6 Uhr abends bis 6 Uhr morgens ihre Kernteilung eingestellt resp. zurückgehalten und erst durch die 12stündige Verdunkelung von 6 Uhr morgens bis 6 Uhr abends nach Fortfall der Lichthemmung Teilungen ausführen können; sie ergeben das Maximum abends 6 Uhr. Ein anderer Teil aber ist dem gewohnten Gang der Wachstumsperiode strenger unterworfen geblieben und hat trotz der Licht-

Tabelle VII.

Zea-Sproßvegetationspunkte. Thermostat 25°. Pflanze 15—16 Tage kultiviert. Versuch die Periodizität zu ändern durch Beleuchtung 6 bis 6, Verdunklung 6 bis 6.

Zeit	Auflokkerung	Prophase	Metaphase	Anaphase	Telophase	Summe	Mittel	Zahl der Schnitte	
10	1	4	6	3	2	16		7	Zeiß-
	1	8	1	2	2	14		7	Ap.
	1	3	2	1	3	10	11,6	9	4 mm,
	1	6	2	2	—	11		7	Oc. 8
	1	3	—	—	3	7		7	
12	2	3	2	1	6	14		8	
	3	8	5	4	2	22	15,5	12	
	2	5	3	4	2	16		8	
	—	3	1	1	5	10		8	
2	1	3	—	2	4	10		8	
	2	3	1	—	—	6		7	
	1	4	7	3	1	16	9,75	8	
	1	3	2	—	1	7		8	
4	4	—	1	1	2	8		8	
	2	3	—	2	1	8	7,5	10	
	2	2	—	—	3	7		7	
	1	3	—	—	3	7		7	
6	5	7	10	3	4	29		9	
	2	1	—	—	—	3	**26,25**	8	
	3	10	10	9	6	38		9	
	4	13	8	6	4	35		8	
8	—	2	—	—	3	5		8	
	—	3	1	5	3	12		8	
	1	1	—	—	—	2	9,8	8	
	2	5	6	3	1	17		8	
	1	5	2	2	3	13		9	
10	2	5	2	1	4	14		8	
	1	—	2	1	—	4	6,25	8	
	1	—	1	—	—	2		7	
	1	—	—	—	4	5		9	
12	—	5	2	1	—	8		9	
	1	1	2	3	3	10		8	
	—	1	2	3	1	7	9	7	
	1	2	2	1	2	8		10	
	4	2	2	2	2	12		9	
2	—	5	3	—	2	10		8	
	1	2	5	—	1	9	13,25	8	
	3	8	5	—	2	18		9	
	3	7	3	1	2	16		8	
4	2	2	2	2	2	10		8	
	—	4	15	6	—	25	16,5	8	
	—	5	4	1	1	11		8	
	2	7	4	2	5	20		8	

Tabelle VII (Fortsetzung).

Zeit	Auflokkerung	Prophase	Metaphase	Anaphase	Telophase	Summe	Mittel	Zahl der Schnitte
6	6	6	30	8	1	51		9
	9	1	—	2	2	14		8
	1	5	2	4	5	17	**21,6**	9
	6	1	2	8	3	20		8
	—	2	2	2	—	6		7
8	—	4	4	3	—	11		9
	1	9	3	—	—	13		9
	—	—	2	3	—	5	8,4	10
	—	4	3	1	1	9		10
	—	1	2	1	—	4		7

hemmung an der nächtlichen Teilungszeit um 4 Uhr festgehalten, darauf deutet auch die Steigerung der Zahlen von 2 Uhr ab hin. Doch ist die Lichthemmung stark genug gewesen, das Maximum hinauszuzögern, so daß es statt um 4 erst 6 Uhr morgens eintreten kann. Daß diese Deutung richtig sein dürfte, wird auch durch die besonders starken Differenzen der Einzelergebnisse, aus denen sich die beiden Maximalzahlen zusammensetzen, unterstützt. Es sind eben Individuen, die der anderen für diese Kultur gebotenen Alternative gefolgt sein würden, mit darunter gekommen. Daß diese trotzdem das Gesamtergebnis nicht zu beeinträchtigen vermögen, geht aus dem starken Überwiegen des Beharrungsvermögens zur Morgenstunde, des Einflusses der vorausgehenden Dunkelheit am Abend hervor. Während also nach Tabelle VI eine sehr viel größere Gleichmäßigkeit beim normalen Verlauf des Tag- und Nachtwechsels für die Pflanzen herauskommt, die event. bei älteren Pflanzen zum völligen Schwinden einer solchen führen könnte, wirkt die umgekehrte (belichtete Nacht- und verdunkelte Tag-) Periode auf schärfere Hervorhebung der Differenzen und auf ein zweites der Lichthemmung zuzuschreibendes Maximum hin.

Der Gedanke, daß event. in älteren Pflanzen jede Periode fortfallen möchte — wenigstens bei Zea — beruht auf der Erwägung, daß bei diesen Monocotylen die umhüllende Schicht von Blattscheiden schließlich so dick werden muß, daß tatsächlich kein Licht — oder doch kein für eine Hemmung ausreichendes Licht — sie zu durchdringen imstande ist. Darauf

dürfte vielleicht schon die größere Gleichmäßigkeit in Tabelle VI hinweisen, doch stehen dem auch wieder Bedenken gegenüber, auf die später zurückzukommen sein wird.

Vorerst aber wird es sich fragen, ob wir die der Tabelle VII gegebene Deutung durch weitere Versuche stützen können. Sollte die Einwirkung der Lichthemmung dort richtig gedeutet sein, so müßte bei einer ständigen Beleuchtung einer sonst gleichen Kultur dieses zweite Maximum, das dem Einfluß der Tagesverdunkelung auf die durch die Nachtbelichtung gehemmten Individuen seine Entstehung verdankt, wieder in Fortfall kommen, während das für Zea stets gefundene Maximum um 4 Uhr morgens sich, wenn auch vielleicht minder ausgeprägt, erhalten möchte. Außerdem wird man eine Verminderung des embryonalen Wachstums überhaupt voraussetzen dürfen, und damit wäre wohl eine mehr oder minder große Schädigung der ganzen Pflanze oder doch eine weniger günstige Entwickelung, mit normalen Pflanzen verglichen, vorauszusetzen. Eine derartige Kultur mit derselben Zearasse ist in Tabelle VIII (s. S. 29 u. 30) ausgezählt.

Die Kultur blieb trotz gleichen Materials und gleicher Behandlung (abgesehen von der ständigen Beleuchtung, die hier zur Anwendung kam) erheblich hinter den beiden abwechselnd beleuchteten zurück. Die Pflanzen waren kleiner und minder entwickelt. Wir ließen darum diese Kultur etwas länger wachsen und fixierten das Material erst am 18.—19. Tage. Das in Tabelle VIII ausgezählte Ergebnis rechtfertigt die gemachten Voraussetzungen vollständig und bestätigt damit auch die Richtigkeit der vorherigen Deutungen, von Tabelle VII. Die Teilungszahlen sind verhältnismäßig gleichartig geworden, ein recht schwaches Maximum — dem Beharrungsvermögen entsprechend — ist um 6 Uhr früh — statt um 4 Uhr, aus bereits erörterten Gründen — festzustellen. Das äußerlich konstatierte Zurückbleiben der Pflanzen findet in dem durchweg geringeren embryonalen Wachstum, in dem Mangel an neuen Zellen, deren spätere Streckung allein das bleibende Wachstum des Sprosses ermöglichen würde, seine Begründung. Die an die erste vorher aufgestellte Frage, nach dem Vorhandensein einer täglichen Periode des embryonalen Wachstums, nach ihrer Bejahung sich an-

Tabelle VIII.

Zea-Sproßvegetationspunkte bei dauernder Belichtung. Thermostat 25°. Pflanzen 18—19 Tage alt.

Zeit	Auflokkerung	Prophase	Metaphase	Anaphase	Telophase	Summe	Mittel	Zahl der Schnitte	
10	—	1	4	—	1	6	10,5	8	Zeiß-Ap. 4 mm, Oc. 8
	—	5	9	1	—	15		6	
12	—	—	3	1	1	5		6	
	—	—	3	—	—	3	5,75	8	
	1	—	2	—	—	3		9	
	—	—	8	1	3	12		7	7,125
12	4	2	5	2	1	14		10	
	—	1	3	1	2	7	8	8	
	—	—	—	—	6	6		9	
	3	—	1	—	1	5		7	
2	—	—	5	1	2	8		10	
	2	—	5	1	2	10		8	
	—	1	—	—	2	3	7,25	8	
	—	1	3	2	2	8		7	
4	—	—	2	—	2	4		8	
	—	—	1	—	1	2		7	
	—	—	2	—	1	3	3,8	6	
	—	1	1	—	3	5		7	
	—	2	2	1	—	5		10	
6	1	3	4	3	8	19		10	
	2	—	2	4	7	15	12,6	9	
	3	2	5	4	4	18		8	
	—	1	3	2	4	10		7	
	—	—	—	—	1	1		7	
8	1	1	3	1	2	8		9	
	5	3	4	5	4	21	10,5	9	
	—	2	2	1	2	7		5	
	—	2	2	1	1	6		9	
10	1	—	2	—	—	3		5	
	1	—	—	—	—	1	2,66	7	
	2	—	2	—	—	4		8	
12	3	2	6	—	6	17		8	
	—	4	5	1	1	11	14,5	8	
	2	—	1	—	2	5		8	
	2	8	10	4	1	25		9	
2	2	1	—	1	6	10		8	
	5	—	3	4	1	13	8,5	8	
	—	2	1	—	—	3		7	
	3	3	2	—	—	8		7	
4	2	1	—	—	4	7		9	
	3	1	1	—	—	5		8	
	1	3	3	1	1	9	8,25	6	
	2	1	—	1	8	12		7	

Tabelle VIII (Fortsetzung).

Zeit	Auflokkerung	Prophase	Metaphase	Anaphase	Telophase	Summe	Mittel	Zahl der Schnitte
6	1	4	9	6	1	21		8
	1	—	4	3	3	11	**18,33**	7
	1	6	14	2	—	23		8
8	—	2	3	—	6	11		7
	1	1	1	1	3	7		8
	1	1	1	—	4	7	7,86	9
	1	3	1	3	4	12		8
	—	1	3	—	4	8		8
	—	—	2	—	—	2		8

schließende zweite Frage, nach der Möglichkeit, eine solche etwa durch äußere Faktoren zu verändern, ist also nach den letzten beiden Tabellen ebenfalls in positivem Sinne zu beantworten. Die Periode wird durch den regelmäßigen Wechsel von Tag und Nacht aufrecht erhalten. Sie verschärft sich und wird verdoppelt durch Umkehrung dieses regelmäßigen Wechsels, sie verliert aber an Schärfe ganz wesentlich durch ständige Belichtung, d. h. also durch Aufhören des Wechsels.

Wie erklärt sich nun gegenüber dieser letzten Erfahrung die Tatsache, daß Dunkelkulturen der Keimlinge die Periode in so ausgesprochenem Grade aufweisen?

Eine tägliche Periodizität des Längenwachstums ist ja seit längerer Zeit bekannt, teils durch äußere Faktoren mitbedingt, teils bei konstanter Temperatur und im Dunkeln aus inneren, d. h. also unbekannten Ursachen. Die Literatur darüber ist von Jost[19]) recht vollständig zusammengestellt. Den hier vorliegenden Verhältnissen läßt sich aber lediglich die Angabe von Godlewski[20]) vergleichen, da es sich nur in diesem Falle von allen aufgeführten, um eine an keimenden Samen unter konstanten Bedingungen auftretende Periodizität handelt, die ebenfalls aus »inneren Ursachen« erfolgte. Der Unterschied meiner Versuche, allen anderen auch diesen letztgenannten gegenüber, besteht nun darin, daß bisher stets der in der zweiten Wachstumsperiode, derjenigen der Zellstreckung, gewonnene, auch makroskopisch meßbare Zuwachs in Frage steht,

während es sich hier um die nur mikroskopisch nachweisbare Zellvermehrung in der embryonalen Wachstumszone der Vegetationspunkte handelt.

Die für meine Zeasorte festgestellten Steigerungen des embryonalen Wachstums stimmen nun in wesentlichen Punkten überein mit den Angaben, die Sachs[21]) über den gewöhnlichen Gang des (Streckungs-)Wachstums macht: »daß im allgemeinen die Wachstumskurven vom Abend bis zum Morgen steigen, auch wenn die Temperatur in der Nacht um einen Grad oder mehr fällt, daß sie nach Sonnenaufgang plötzlich und rasch fallen, obgleich sich die Temperatur um mehrere Grade hebt.« Es geht also demnach die Steigerung des Streckungswachstums parallel mit der stärkeren Zellvermehrung in der Nacht. Nun ist besonders von Baranetzky[22]) für das Streckungswachstum nachgewiesen, daß diese Periodizität auch im Dunkeln und bei konstanter Temperatur erhalten bleibt, daß also eine »Nachwirkung« existiert. Sollte nun nicht auch für das parallelgehende embryonale Wachstum eine derartige Nachwirkung anzunehmen sein?

Freilich geht die hier beobachtete Tatsache, die ich vorher als »Beharrungsvermögen« bezeichnet habe, erheblich weiter. Denn es handelt sich nicht um Nachwirkungen an ein und demselben Individuum, sondern um ein im Samen ruhendes Vermögen, diejenige Periodizität, auch ohne jede Beeinflussung durch äußere Faktoren, anzunehmen, die der normalen Periodizität der Mutterpflanze entsprechen dürfte: Um eine Vererbung der täglichen Periode des embryonalen Wachstums. Da nun diese Periodizität in jeder Pflanzengeneration an jedem Tage durch den Wechsel von Tag und Nacht von neuem gefestigt wird, ist es erklärlich, daß sie derartig alle Zellen durchdringt, daß sie auch den Keimzellen übermittelt werden muß.

Stellt man sich den Entwicklungsgang einer solchen jungen Pflanze vor, wie sie in Zea unseren Versuchen hauptsächlich gedient hat, so ist zunächst eine direkte Lichteinwirkung auf den von nur dünnen und stark durchscheinenden Scheiden umhüllten Vegetationspunkt unvermeidlich, diese wird also die bereits vorhandene, an den Dunkelkulturen nachgewiesene Perio-

dizität gleichsinnig steigern und in ihrem Verlaufe befestigen müssen und somit als individuelle Nachwirkung auch dann noch weiter wirken, wenn die Dicke der Scheiden später nur noch wenig direktes Licht am Vegetationspunkt zur Geltung kommen lassen sollte. Somit ist durch die mindere Lichtwirkung noch keineswegs ein völliges Aufhören der Tagesperiodizität des embryonalen Wachstums notwendig gemacht, wenn es auch etwas abgeschwächt sein mag.

Die vorher erwähnte Arbeit von Godlewski berichtet nun über einen gleichen Fall vererbter Periodizität, die freilich vollkommen andere Tageszeiten besaß, aber ebenfalls durch eine Generation hindurch vererbt werden konnte. Leider fehlen in seiner »Vorläufige Mitteilung« alle weiteren Anhaltspunkte, aus denen sich ergeben könnte, warum die folgende Generation diese Periodizität verloren hätte.

Aus meinen Beobachtungen kann ich jedenfalls nur schließen, daß die von R. Semon[23]) in seinem Aufsatze »Über die Erblichkeit der Tagesperiode« angeführten Tatsachen im Verlaufe des embryonalen Wachstums von Zeasamen eine völlige Bestätigung erfahren.

Kehren wir jetzt zum Ausgangspunkte der Arbeit zurück, so hat sich also gezeigt, daß auch in den Scheitelpunkten der höheren Pflanzensprosse eine Beeinflussung der Zell- und Kernteilungen durch das Licht stattfindet, wenn auch lange nicht in dem Maße, wie etwa bei Spirogyra, wo jede Teilung an die Zeit um Mitternacht herum gebunden ist.

Und wenn man nun fragt, warum diese in den Vegetationspunkten immerhin noch andauernde Periodizität, in den sich daraus entwickelnden Organen, die später doch auch wieder in embryonales Wachstum eintreten, wie Anlagen von Sexualorganen usw., durchaus nicht in gleicher Weise als Periodizität der Zellteilungen wahrzunehmen ist, so wird das einmal auch darauf beruhen, daß diesen Sexualzellen andere Aufgaben, als den vegetativen zugefallen sind, daß demnach ihr Wachstum von ganz anderen Bedingungen ausgelöst werden dürfte, als dasjenige der vegetativen Zellen am Vegetationspunkte, daß andererseits aber auch die Organe, in denen Reduktionsteilungen vor sich gehen, so tief in das Innere größerer Zellmassen ein-

gebettet und, zudem von den verschiedenen Hüllen, wie Perigon-, Kron- und Kelchblättern, umgeben sind, oder bei den Coniferenzapfen sich am Grunde der sich dachziegelig deckenden Schuppen befinden, daß die direkte Wirkung des Lichtes zu sehr abgeschwächt sein muß, um noch einen, andere innere Faktoren überwiegenden Einfluß ausüben zu können. Es hängt eben die Periodizität in der Entwicklung der Sexualorgane höherer Pflanzen von ganz anderen Bedingungen ab, die nur sehr mittelbar mit den die vegetativen Organe beeinflussenden äußeren Faktoren zusammenhängen. Das geht u. a. z. B. schon aus der ungleichzeitigen Fertigstellung der beiden Geschlechter in dichogamen Pflanzen hervor, die kaum durch äußere Wachstumsbedingungen zu beeinflussen sein möchte.

Nur für vereinzelte Fälle scheint sich das anders zu verhalten, wenn für den Lichteinfluß besonders günstige Bedingungen vorliegen, und hierher dürften die eingangs erwähnten Gnetuminfloreszenzen gehören, die ohne eigentliche Hüllen, ihre kleinen Samenanlagen meist oder doch häufig dem direkten Sonnenlicht preisgeben, und so vielleicht zu denjenigen Pflanzenteilen gehören, die ihre Zellteilungen im wesentlichen zu Zeiten vollführen müssen, an denen die starke Tropensonne sie nicht zu treffen vermag.

Halle a. S., September 1914.

Literatur.

1. Pfeffer, Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. 1897—1904.
2. Braun, Alex., Über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur. Leipzig 1851.
3. Thuret, G., Recherches sur les zoospores des algues. Ann. sc. nat. III sér. 1850. **14**, 247.
4. Strasburger, E., Zellbildung und Zellteilung. 3. Aufl. Jena 1880. p. 171.
5. Cohn, Ferd., Verh. der Leopoldina XV. Abt. I. 513.
6. Claußen, P., Über Eientwicklung und Befruchtung bei Saprolegnia monoica. Ber. d. D. Bot. Gesell. XXVI. 144. 1908.
7. Oltmanns, F., Morphologie und Biologie der Algen. Jena 1904/05.

8. Lanterborn, R., Untersuchungen über Diatomeen. Leipzig 1896.
9. —, Protozoënstudien I. Kern- und Zellteilung von Ceratium hirundinella. Zeitschr. f. wissenschaft. Zoologie. **59**, 167.
10. Mangin, M. L., A propos de la division chez certains Péridiniens. Vol. publ. en souvenir de Louis Olivier. Paris 1911.
11. Klebs, G., Über Flagellaten- und Algen-ähnliche Peridineen. Verh. d. Naturhist.-medizin. Vereins Heidelberg. N. F. XI. 1912. p. 369.
12. Kurssanow, L., Über Befruchtung, Reifung und Keimung bei Zygnema. Flora. N. F. IV. 1911.
13. Lutman, B. F., Cell and Nuclear division in Closterium. Bot. Gaz. LI. 401. 1911.
14. Kauffmann, H., Über die Entwicklung von Cylindrocystis. Zeitschrift für Botanik VI. 721. 1914.
15. Karsten, G., Zur Entwicklungsgeschichte der Gattung Gnetum. Beiträge zur Biologie der Pflanze. Herausgeg. v. Ferd. Cohn. 1893. **4**, 337.
16. Sachs, J., Über den Einfluß des Tageslichtes auf Neubildung und Entfaltung verschiedener Pflanzenorgane. Bot. Ztg. 1863. **21**, 244. Beilage.
17. —, Handbuch der Experimental-Physiologie der Pflanzen, in W. Hofmeisters Handbuch der physiol. Botanik IV. Leipzig 1865.
18. Vgl. H. Lundegärdh: Das Wachstum des Vegetationspunktes. Ber. d. bot. Ges. XXXII, p. 77. 1914.
19. Jost, L., Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 3. Aufl. 1913. S. 407—409.
20. Godlewski, E., Über die tägliche Periodizität des Längenwachstums. Anzeig. d. Akad. d. W. Krakau. 1889. LV.
21. Sachs, J., Über den Einfluß der Lufttemperatur und des Tageslichtes auf die stündlichen und täglichen Änderungen des Längenwachstums (Streckung) der Internodien. Arb. d. botan. Inst. in Würzburg. Leipzig 1874. **1**, 99 ff.
22. Baranetzky, J., Die tägliche Periodizität im Längenwachstum der Stengel. Mém. de l'Acad. Imp. d. sc. St. Pétersbourg. VII. Sér. T. XXVII. 1879.
23. Semon, Rich., Über die Erblichkeit der Tagesperiode. Biolog. Centralbl. 1905. **25**, 241.

Besprechungen.

Winterstein, H., Handbuch der vergleichenden Physiologie.

Lieferung 35—44. Jena 1913—1914.

In Bd. I, 2 wird Babaks Abhandlung über Mechanik und Innervation der Atmung in Bd. II, 2 Burian-Strohls Artikel Exkretion fortgesetzt. In Bd. III, 1 findet Biedermanns Abhandlung über Stütz- und Skelettsubstanzen ihren Abschluß; es folgen auf sie: Fuchs, Farbenwechsel und chromatische Hautfunktion der Tiere und Biedermanns Farbe und Zeichnung der Insekten. Diese letztgenannte Darstellung wird wie Godlewskis Physiologie der Zeugung (III, 2) das größte Interesse bei den Botanikern finden.

Abgeschlossen liegt jetzt vor Bd. II, 1, III, 2 und IV. Bd. III, 1 ist noch nicht fertig, überschreitet aber schon jetzt jedes erlaubte Volumen beträchtlich.

Jost.

Wächter, W., Hydronastische Bewegungen der Blätter von Callisia repens L.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1914. **53,** 303—326.

Während die photo- und thermonastischen Vorgänge schon vielfache Bearbeitung gefunden haben, wissen wir bekanntlich über die Hydronastie noch sehr wenig. Es ist daher dankenswert, daß der Verf., der bereits früher an Myriophyllum proserpinacoides Untersuchungen in dieser Richtung gemacht hat, in der vorliegenden Arbeit Beobachtungen an einem anderen Objekt mitteilt, zumal sich dieses in mehrfacher Hinsicht anders als Myriophyllum verhält. Callisia repens reagiert bei Benetzung mit Wasser durch dorsalkonvexe Krümmung der Blätter, und zwar tritt diese Reaktion nur bei Licht ein. Im feuchten Raume konnte die Krümmung nicht (oder nur ausnahmsweise) erzielt werden. Es lag nahe, anzunehmen, daß die Transpirationshemmung die Veranlassung der Erscheinung ist, denn beim Untergetauchtsein dürfte die Transpiration praktisch völlig ausgeschlossen sein, während das für den feuchten Raum nicht gilt. Nach Meinung des Verf. kann die Transpirationsausschaltung nicht die maßgebende Rolle spielen, da die

Reaktion nicht nur bei untergetauchten Blättern vonstatten geht, sondern auch bei solchen, die auf Wasser schwimmen, und es in letzterem Falle gleichgültig ist, ob die Unterseite oder die (spaltöffnungsfreie) Oberseite die benetzte ist. Dieser Versuch ist jedoch nicht einwandfrei, da die Krümmung bei Benetzung der nach unten gekehrten Oberseite eine geotropische sein könnte. Leider fehlt der entsprechende Kontrollversuch. Allerdings sagt Verf. an anderer Stelle (S. 326): »Schwerkraftwirkungen scheinen für die Krümmungen nicht in Frage zu kommen«. Soweit ersichtlich, stützt sich diese Bemerkung aber nur auf einige Dunkelversuche (S. 316ff.), die deshalb nicht maßgebend zu sein brauchen, weil das Zustandekommen des Geotropismus ebenso wie das der Hydronastie vom Lichte abhängig sein könnte.

Die Transpirationsfrage wäre also wohl einer nochmaligen Prüfung zu unterziehen. Daß etwaige im Leitungswasser gelöste Stoffe die Krümmungen veranlassen, kann als ausgeschlossen gelten, da die Versuche auch mit destilliertem Wasser gelingen, ebensowenig kann Sauerstoffmangel in Frage kommen, was daraus folgt, daß auch bei reichlicher Sauerstoffzufuhr die Krümmungen ausgeführt werden. Man könnte sich höchstens noch fragen, ob nicht die Beschränkung der Assimilationstätigkeit eine Rolle spielt.

Verf. beschäftigt sich in einem zweiten Abschnitt etwas näher mit der Lichtwirkung und stellt fest, daß die Callisiablätter transversalheliotropisch reagieren. Die an positiv phototropisch orientierten Sprossen senkrecht zum Licht eingestellten Blätter zeigen in einem gewissen Alter die Neigung zu dorsalkonvexen Krümmungen und erhalten dann durch Torsion die günstige Lichtlage. Auch bei diffuser Beleuchtung am Klinostaten treten die dorsalkonvexen Krümmungen auf, während sie bei Blättern, die im Dunkeln aufgezogen sind, unterbleiben. Ein Blatt, welches von der Flanke beleuchtet wurde, zeigte die Erscheinung ebenfalls. Aus letzterem Versuch geht hervor, daß es sich um Photonastie handelt, wenn man nicht an durch Licht bewirkten Geotropismus oder an Geonastie denken will. Doch das kommt schließlich auf eine Nomenklaturfrage hinaus. Wesentlich erscheint es dagegen dem Ref., darauf hinzuweisen, daß der Ausfall eines Klinostatenversuches (bei gleichmäßig rotierender horizontaler Achse) bei dorsiventralen Organen nichts darüber aussagen kann, ob Tropismus, Nastie oder beides vorliegt. Wenn Verf. unter Berufung darauf, daß Nastieen Krümmungen sind, »die durch einen diffusen Reiz ausgelöst werden«, der Meinung ist, daß bei diffuser Reizung tropistische Krümmungen ausgeschlossen seien, so liegt dem ein Irrtum zugrunde. Das hat schon Noll (Heterogene Induktion S. 33ff.) klar ausgesprochen. — Wenn man ein parallelo-

tropes, photo- und geotropisch empfindliches Organ exzentrisch in einem von einer Lichtquelle beschriebenen Kreise aufstellt oder es an einer gleichmäßig rotierenden, geneigten Klinostatenachse in irgendeinem Winkel befestigt, so wird es sich krümmen. Obwohl hier die Reizung eine diffuse ist, wird niemand an der tropistischen Natur der Krümmung zweifeln. Die letztere rührt einfach daher, daß der Reiz an einer Seite stärker einwirkt als an allen anderen. Da das Organ radiär ist, kann die intensivere Reizwirkung nur daher kommen, daß der Reiz selbst intensiver ist. Bei einem dorsiventralen Organ kann dagegen der Reiz allseitig gleichstark sein und trotzdem tropistische Krümmungen hervorrufen, weil die physiologische Dorsiventralität eben darauf beruhen kann, daß die tropistische Empfindlichkeit ungleich verteilt ist. Ein solches Organ braucht nastisch gar nicht empfindlich zu sein und muß sich trotzdem am Klinostaten (horizontale Achse) krümmen. Wie Ref. gezeigt hat (Jahrb. f. wiss. Bot. 1910. **48,** 30 u. 52ff.), läßt sich die nastische Reaktion isoliert nur so gewinnen, daß man intermittierende Flankenreizung anwendet, da bei der hier erfolgenden Krümmung das Organ seine Lage zur Angriffsrichtung des Reizes nicht ändert. So lassen sich tropistische und nastische Reaktion trennen, was durch einfache diffuse Reizwirkung nicht möglich ist. Die Definition der Nastie muß daher dahin präzisiert werden, daß N als erwiesen nur gelten kann, wenn die Unabhängigkeit der Krümmung von der Reizrichtung gezeigt ist. Wenn Verf. (S. 325 Anm.) meint, daß bei Zugrundelegen dieser Definition »ein Nebeneinanderbestehen von Phototropismus und Photonastie natürlich nicht möglich ist«, so ist darauf zu erwidern, daß im Gegenteil die Definition das Auseinanderhalten beider Vorgänge erst ermöglicht. Es ist natürlich nicht unrichtig, zu sagen, Nastieen sind Krümmungen, die bei diffuser Reizung auftreten. Unrichtig ist es nur, wenn man behaupten wollte, diese Definition sei erschöpfend und eindeutig. Übrigens sagt auch Pfeffer an einer anderen als der vom Verf. zitierten Stelle (Physiol. II., S. 568), »daß bei dorsiventralen Organen die tropistische Reaktion am Klinostaten nicht in allen Fällen vollständig aufgehoben wird«.

Logisch muß jedenfalls die Trennung zwischen Tropismus und Nastie durchgeführt werden, dahingehend, das bei letzterem die Reaktionsrichtung durch die Angriffsrichtung des Reizes, bei letzterem durch die physiologische Beschaffenheit des Organs bestimmt wird, ungeachtet des Umstands, daß das in gewissen Fällen praktisch auf Schwierigkeiten stößt. So ist es oft nicht leicht, einen Reiz einseitig wirken zu lassen. Das trifft u. a. auch für den Reiz zu, der die vom Verf. beschriebene »Hydronastie« auslöst.

Ref. ist hier auf allgemeine Fragen etwas ausführlicher, als das in einem Referat üblich ist, eingegangen, da in der Literatur über den Nastiebegriff noch mancherlei Mißverständnisse bestehen, die zu beseitigen im Interesse der Sache liegt. H. Kniep.

Hermann, W., Die Blattbewegungen der Marantaceen und ihre Beziehung zur Transpiration.

Diss. Jena. 1914. 46 S.

Die Arbeit bildet ein interessantes Gegenstück zu der soeben besprochenen. Während die Callisiablätter bei Benetzung mit Wasser Krümmungen ausführen, verhalten sich die Marantaceenblätter gerade umgekehrt. Ihre Krümmungsfähigkeit wird bei Transpirationshemmung aufgehoben. Die Mechanik der Bewegungen (die sich in den Gelenken vollziehen) ist noch nicht völlig aufgeklärt, soviel erscheint aber sicher, daß sie durch Turgorschwankungen zustande kommen. Wachstum findet bei der Krümmung jedenfalls nicht statt. Welcher Art der Reiz ist, der die Bewegungen auslöst, scheint ziemlich gleichgültig zu sein, wenigstens zeigte der Verf., daß sowohl die Schlafbewegungen als Photo- und Geotropismus[1]) durch Transpirationshemmung aufgehoben werden. Das scheint zu beweisen, daß dieser hemmende Faktor nicht in die ersten Glieder der Reizkette eingreift. Es unterliegt keinem Zweifel, daß die ungemein große Zahl von Spaltöffnungen an der Unterseite der Marantaceengelenke, die schon Schwendener konstatiert hat, für die Blattbewegungen in der Natur von großer Bedeutung sind. Ein Bestreichen des Gelenks und eines Teils der Mittelrippe (auf welche das Wassergewebe etwas übergreift) mit Kakaobutter genügt, um die dorsalkonvexe Blattbewegung auszuschließen. Dasselbe erreicht man auch mit Mitteln, die die Assimilation und Atmung nicht beeinträchtigen, wohl aber die Transpiration hemmen (Bedecken mit feuchter Watte, Einbringen des Blatts in einen feuchten Raum), womit gezeigt ist, daß tatsächlich der letztere Faktor der wirksame ist. Es muß hervorgehoben werden, daß die Gegenreaktionen anscheinend nicht beeinflußt werden, denn wenn man Blätter, die sich dorsalkonvex gekrümmt haben, mit Kakaobutter bestreicht oder in den feuchten Raum bringt, so gleichen sie ihre Krümmung in normaler Weise wieder aus.

Mit anderen Pflanzen, die Schlafbewegungen ausführen, führten die Versuche zu ungleichen Resultaten. Einige, wie Trifolium, Phaseolus,

[1]) Daß das, was S. 17 über den Nachweis der Epinastie gesagt wird, nicht stichhaltig ist, geht aus den Erörterungen im vorausgehenden Referat über die Arbeit Wächters hervor.

Mimosa, werden in der dampfgesättigten Atmosphäre sehr stark geschädigt, Oxalis und Biophytum ertragen sie besser und zeigen verminderte Reaktionsgeschwindigkeit, während Porlieria hygrometrica und Marsilia sich in wasserdampfreicher und wasserdampfarmer Luft gleich verhalten.

Ein Versuch mit Begonia semperflorens führte zu dem interessanten Ergebnis, daß die Blätter dieser Pflanze im dampfgesättigten Raum nicht phototropisch reagieren. Bekanntlich hat Haberlandt darin, daß die Blätter von Begonia semperflorens bei Benetzung mit Wasser, also bei Ausschluß der Linsenfunktion nicht in die günstige Lichtlage rücken, einen experimentellen Beweis für seine Hypothese der Lichtsinnesorgane erblickt. Da nach dem obigen Ergebnis Transpirationshemmung der Grund des Ausbleibens der Reaktion sein könnte, wurde Verf. veranlaßt, der Frage der Lichtsinnesorgane etwas nachzugehen. Maranta Kerchoveana hat auf der Blattoberseite sammetartige (also papillöse) Flecke. Wurden diese mit schwarzer Tusche bestrichen, so zeigte sich überraschenderweise, daß die phototropische Reaktion viel stärker war als bei normalen, gleichbehandelten Blättern. Bei Maranta undulata, die eine dunkelgrüne Spreite mit silberglänzendem Band hat, war der Erfolg derselbe, wenn Teile des Blattes in dieser Weise verdunkelt wurden, gleichgültig ob die hellen oder dunkle Partieen gewählt wurden; schließlich zeigten 2 Ctenanthearten mit gleichmäßig grüner Lamina dasselbe Resultat. Verf. ist geneigt, dieses merkwürdige Ergebnis mit der Annahme zu erklären, daß durch das teilweise Bestreichen des Blattes mit Tusche die Erwärmung desselben bei Beleuchtung erhöht wird und damit die Transpiration zunimmt. Mit Stahls Deutung der Papillen als Lichtfänge würde dies im Einklang stehen.

H. Kniep.

Puriewitsch, K., Untersuchungen über Photosynthese.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1914. **52,** 210—254.

Verf. untersucht zunächst, ob bei dem Prozeß der CO_2-Assimilation die Menge des vom Blatt absorbierten Lichtes wächst oder ob etwa ein Teil des absorbierten Lichtes anders verwertet wird, als ohne Assimilation. Die Sonnenenergie wird bolometrisch bestimmt. Zwei Bolometer bilden zusammen die 4 Zweige einer Wheatstoneschen Brücke. Bestimmt wurde der Galvanometerausschlag, wenn die Sonnenstrahlen einmal direkt auf das Bolometer fallen, das andere Mal ein grünes Blatt in kohlensäurefreiem bezw. kohlensäurehaltigen Raum durchsetzen. Dieser Kohlensäuregehalt der Luft betrug im letzteren Fall 0,7—4,4 %.

Als Lichtquelle wurde ausschließlich Sonnenlicht verwendet, das von einem Heliostaten reflektiert war. Die ultraroten Strahlen beseitigte der Verf. angeblich durch Einschaltung einer Kuvette mit Alaunlösung. Dazu ist zu bemerken, daß wohl Alaunkrystalle aber nicht eine Lösung diese Wirkung haben. Außerdem kamen gelegentlich noch Strahlenfilter zur Verwendung, die nur bestimmten Wellenlängen den Durchgang erlaubten. Da in diesem Fall die Intensität des Lichtes stark geschwächt war, wurde es durch eine Sammellinse konzentriert.

Als Resultat ergab sich eine Bestätigung von Detlefsen: das assimilierende Blatt absorbiert mehr von dem einfallenden Sonnenlicht als das nicht assimilierende. Dieses Resultat war in rein rotem Licht am deutlichsten. In den 14 ausgeführten Versuchen betrug der Überschuß an absorbiertem Licht 1—2,6 % von der Menge des einfallenden Lichtes. Setzt man die Energiemenge, die durch ein Blatt ohne CO_2 hindurch geht, gleich 100, so beträgt diese Energiemenge für das Blatt mit CO_2 88,3—98,3; oder man kann auch sagen: der Überschuß der Energie, die vom assimilierenden Blatt absorbiert wird, beträgt 1,7 bis 11,7 % von der im nichtassimilierenden Blatt absorbierten Energie.

Im zweiten Abschnitt der Arbeit stellt sich Verf. die Aufgabe, die absolute Energiemenge zu bestimmen, die bei der Assimilation festgelegt wird. Zu dem Zweck wird einmal während der ganzen Dauer des Versuches alle 10 Minuten der Energiewert der Strahlung bolometrisch festgestellt, andererseits wird vor allem die Verbrennungswärme der Blattflächeneinheit vor und nach der Insolation bestimmt. Ohne auf die Einzelheiten der benutzten Methoden einzugehen, greifen wir ein beliebiges Beispiel aus den 12 Versuchen heraus, um an ihm zu zeigen, welche Werte im einzelnen gemessen wurden:

	vor Insolation	nach Insolation
Fläche der Blatthälften	1279,1 qcm	1202,0 qcm
Trockengewicht der Blatthälften .	5,0530 g	5,9194 g
Trockengewicht für 1 qcm der Blattfläche	0,0039 „	0,0049 „
Verbrennungswärme auf 1 g Trokkengewicht	4428,92 g-Kal.	4446,27 g-Kal.
Verbrennungswärme auf 1 qcm Blattfläche	17,272 „	21,786 „

Zunahme der Verbrennungswärme nach Insolation für 1 qcm Blattfläche	4,514 g-Kal.
Gesamtmenge der während des Versuches auf 1 qcm auffallenden Sonnenenergie	177,00 „
Ausnützung der Sonnenenergie bei der Photosynthese	2,5 %

In diesem Beispiel wurde also 2,5 % der Sonnenenergie verwertet, in den anderen Versuchen schwankte der Wert zwischen 0,6 und 7,7 %; er ist also nicht unerheblich größer als bei den Versuchen von Brown und Escombe. Die beobachteten Schwankungen sind keineswegs durch die Eigenschaften der benutzten Pflanzen allein, sondern auch durch die Versuchsbedingungen bestimmt. So zeigt sich z. B., daß mit der Dauer des Versuches und mit der absoluten Zunahme der Energie ihre Ausnützung abnimmt. — Bemerkenswert ist der Befund, daß die Verbrennungswärme nicht nur auf die Flächeneinheit, sondern auch auf die Einheit des Trockengewichtes bezogen bei der Assimilation zunimmt.

Jost.

Hansteen-Cranner, B., Über das Verhalten der Kulturpflanzen zu den Bodensalzen. III. Beiträge zur Biochemie und Physiologie der lebenden Zellwand lebender Zellen.

Jahrbücher f. wissensch. Bot. 1914. LIII, 536—599.

Der Verf. setzt in dieser Arbeit seine früheren wichtigen und interessanten Studien fort, über welche seinerzeit in dieser Zeitschrift von Benecke referiert worden ist (vgl. Bd. 2, 1910, S. 508ff.). Auf dieses Referat bzw. auf die kurze Zusammenfassung seiner früheren Arbeit, die Verf. der neuen Veröffentlichung voranschickt, muß zum Verständnis des Folgenden verwiesen werden.

Der Verf. zog zunächst verschiedene Kulturpflanzen in Knopscher Normalnährlösung und brachte sie darauf in sehr verdünnte Lösungen der Nitrate oder Chloride von Ca, K oder Na. Es zeigte sich, daß die Ca-Ionen einen eigentümlich ungünstigen Einfluß auf die Wasserökonomie ausübten: sie erschwerten nämlich die Wasserzufuhr, insofern die Pflanzen aus isosmotischen K-Lösungen wesentlich mehr Wasser aufzunehmen vermochten als aus Ca-Lösungen. Gleichzeitig aber gaben die Pflanzen in jenen durch Transpiration — oft bedeutend — mehr Wasser ab als in diesen. Das Verhalten der K-Ionen war entgegengesetzt: sie beförderten die Wasseraufnahme der Wurzeln, setzten aber die Transpiration und damit den Wasserverbrauch relativ stark herab. Darauf ist es zurückzuführen, wenn der Verf. früher stets beobachtet hatte, daß die Pflanzen in K-reichen Lösungen immer stark turgeszierende Blätter bekamen, während sie in isosmotischen kalkreichen Lösungen schlaff waren. Bei Darbietungen gemischter K- und Ca-Ionen sind Transpiration und Wasseraufnahme größer als in reinen K-Lösungen, wobei die letztere mit der relativen Menge von Kalk zu steigen pflegt.

Als der Verf. nochmals die eigentümliche, in seiner früheren Arbeit eingehend beschriebene Erkrankung der Wurzeln in den Lösungen der Nitrate von K, Na, Mg und anderen kalkfreien Lösungen untersuchte, beobachtete er das regelmäßige Auftreten wolkenartiger Trübungen im Kulturwasser, die, wie er eingehend zeigt, sogleich aus den Membranteilen der erkrankten Zellen austreten, und zum Teil aus Pektinsubstanzen zum Teil aus »Lipoiden« (im Sinne Bangs, der darunter einfach »Zellbestandteile, welche durch Äther usw. extrahiert werden können«, versteht), die die Reaktionen von Fettsäuren und Phytosterinen ergaben. Der Verf. vermutete nun infolge der Abwesenheit eiweißartiger Stoffe, also solcher von plasmatischer Abkunft, daß die »Lipoide« — ebenso wie offenbar die Pektine — aus den in Verflüssigung begriffenen Zellwänden stammten, und somit ein bisher übersehener, normaler Bestandteil nicht nur kutisierter, sondern auch der anderen Zellwände sein müsse. Verf. stellte daraufhin durch Zerquetschen und Zentrifugieren aus verschiedenen Objekten unter Vermeidung chemischer Eingriffe reine, d. h. vom Zellinhalt befreite Zellwandpräparate dar, an welchen die obige Vermutung bestätigt werden konnte.

Ref. ist weit davon entfernt, die großen Verdienste und die Sorgfalt der jahrelangen Bemühungen des Verf. in Zweifel ziehen zu wollen, kann aber doch nicht gewisse Bedenken unterdrücken gegen die Annahme, daß es durch noch so sorgfältiges Arbeiten in der angegebenen Weise möglich sei, alle Zellinhaltsbestandteile, insbesondere die als Plasmodesmen und Hautschichten der Membran so innig anhaftenden Plasmareste (vgl. z. B. Hecht, Cohns Beitr. 1912) zu entfernen. Auch wäre es nicht unerwünscht gewesen, etwas über das Fehlen kutisierter usw. Membranen bei den verwendeten Objekten zu hören, so sehr dem Verf. auch zuzugeben ist, daß die Schmelzpunkte der hier in Frage kommenden Stoffe wesentlich höher liegen.

Der Verf. verglich weiter die Wasseraufnahme seiner »lipoidhaltigen« Zellwandpräparate mit Pergamentmembranen, und fand, daß die ersteren immer mehr Wasser aus Ca- als aus K- und Na-Lösungen aufnahmen, also das analoge Verhalten wie die intakten Wurzelzellen zeigten, während die letzteren mit ihnen physiologisch nicht vergleichbar sich verhielten. Die spezifischen Wirkungen der genannten Ionen auf die Auflösung der Zellen wird durch die Löslichkeitsverhältnisse ihrer entsprechenden Pektinsäureverbindungen plausibel erklärt.

Bezüglich der Art, wie der Verf. die Zellmembran bei der Stoffaufnahme als Adsorbens deutet, sei auf das Original verwiesen. Die dort angeführte Arbeit von Baumann und Gully über Humussäuren darf wohl als inzwischen widerlegt betrachtet werden. Ruhland.

Shive, J. W., and **Livingston, B. E.,** The relation of atmospheric evaporating power to soil moisture content at permanent wilting in plants.

The plant world. 1914. **17,** 81—121.

Von den Ergebnissen der Arbeiten von Briggs und Shantz, die in dieser Zeitschrift (1914, S. 450) besprochen worden sind, war besonders schwer verständlich das eine, daß das Maß der Bodenfeuchtigkeit, bei dem eine Pflanze auf die Dauer welk wird, von der Luftfeuchtigkeit und den übrigen für die Transpiration maßgebenden Außenbedingungen unabhängig sein sollte. Die Pflanze vermag doch sicher, das Wurzelsystem als gleichbleibend angenommen, mit Aufbietung derselben Saugkraft in der Zeiteinheit einem feuchteren Boden mehr Wasser zu entreißen als einem trockneren, sie wird also die größtmögliche Saugkraft, die ihr zur Verfügung steht, bei hohem Wasserbedarf schon einem verhältnismäßig feuchten Boden gegenüber ins Feld führen müssen, während dieselbe Saugkraft ausreicht, geringeren Transpirationsverlust noch aus trocknerem Substrat zu decken. Wenn man nun das Maß der Turgorsenkung mit der Größe der Saugkraft gleichsetzt, also annimmt, daß die maximale Saugkraft bei vollständigem Welken auftritt, so ist zu erwarten, daß unter ausgiebiger Transpiration das Welken bei geringerer Erschöpfung des Bodens erfolgt, als wenn die Pflanze wenig Wasser verliert.

Die Verfasser haben nun in sorgfältigen, ausgedehnten Versuchsreihen den Beweis erbracht, daß diese Beziehung tatsächlich besteht. Die atmosphärischen Faktoren, die über die Größe der Wasserverdunstung entscheiden, wurden in dem Maß variiert, daß geeichte Evaporimeter in einer Stunde zwischen 0,1 und 6 ccm Wasser verloren. Je höher die Verdunstung ist, desto höher fällt der Wassergehalt des Bodens zu der Zeit aus, wenn die Pflanze welkt um sich nicht wieder zu erholen. Unterhalb 2 ccm stündlicher Verdunstung sinkt dieser Wassergehalt (der »Welkungskoeffizient« von Briggs und Shantz) mit abnehmender Evaporation immer rascher, darüber steigt er mit zunehmender Verdunstung nur noch langsam.

Durch welche Besonderheiten der Versuchsbedingungen Briggs und Shantz zu ihren abweichenden Befunden gekommen sind, ist noch nicht aufgeklärt. O. Renner.

Van der Wolk, Physiological Researches concerning the Latex Problem.

Publ. sur la Physiologie Végétale II. Nymwegen. 1914. 1—33.

Der Verf. wählte zu seinen Untersuchungen, die er in Buitenzorg gemacht hat, die im dortigen Garten reichlich zur Verfügung stehende Ficus elastica. Der erste Abschnitt behandelt die Regeneration des Milchsafts nach Verwundung. Von einem armdicken Ast wird eine ca. 20 cm lange Rindenpartie durch 2 Ringelungen isoliert. In älteren Ästen finden sich nur in der Rinde inhaltsreiche Milchröhren, die des Markes sind abortiert oder inhaltsleer. Verletzt man die Rinde zwischen beiden Ringelungen kurz nach der Operation durch einen kleinen Einschnitt oder Stich, so tritt kein Milchsaft aus, ein Beweis dafür, daß der ursprüngliche Überdruck in den Milchröhren völlig ausgeglichen ist. Schon nach einem Tage dagegen schießt bei der gleichen Verletzung Milchsaft hervor und das tritt auch dann ein, wenn man das Stammstück völlig aus dem Verband löst, also auch das Holz durchschneidet. Diese schnelle Regeneration des Milchsafts läßt sich sogar mehrmals nach Anzapfen beobachten. Sie tritt auch in jungen, noch grünen Zweigen auf, selbst wenn diese sich vorher unter sehr ungünstigen Ernährungsbedingungen befunden haben. So wurde z. B. ein Zweig 8 Tage vor dem Versuch verdunkelt, dann seiner sämtlichen Blätter beraubt und schließlich in bestimmten Abständen geringelt. Die einzelnen so isolierten Rindenabschnitte zeigten gleich nach der Ringelung beim Anschneiden keinen Austritt von Milchsaft. Schon am nächsten oder zweitnächsten Tage aber strömte bei Verletzung wieder reichlich Latex aus, obwohl Assimilation ausgeschlossen und für Entfernung der markständigen Milchröhren gesorgt war. Dasselbe geschah, wenn die einzelnen Rindenabschnitte durch nochmalige Ringelung halbiert, ja sogar gevierteilt wurden, sodaß jeder Abschnitt nur mehr 1,5 cm hoch war. In einem rechteckig ausgeschnittenen Rindenfenster, das also von der Stoffzufuhr aus der übrigen Rinde vollständig abgeschnitten war, konnte noch nach Monaten ganz normaler Milchsaft nachgewiesen werden. Er war also nach dem Abzapfen regeneriert und dann nicht wieder verbraucht worden.

Wie andere Forscher hat auch der Verf. beobachtet, daß der Milchsaft oft wässerige Beschaffenheit annimmt. Der regenerierte Latex war oft dünnflüssiger als der ursprüngliche. Man hat daraus oft den Schluß gezogen, daß die übrigen Gewebe aus dem Milchsaft Substanz aufgenommen hätten, letzterer also ein Nährsaft sei. Verf. zeigt nun, daß dieser Schluß nicht ohne weiteres berechtigt ist, denn die genaue Untersuchung ergibt, daß in den Milchröhren immer Zusammenballungen des Inhalts nachzuweisen sind, wenn der Saft eine wässerige Beschaffenheit aufweist.

Inwieweit die so schnelle Regeneration des Milchsafts auf wirklicher

Neubildung der Gesamtsubstanz oder bloßer Turgorregulation beruht, ist leider aus den Untersuchungen des Verf. nicht ersichtlich. Ungeachtet dessen sprechen die Versuche dafür, daß der Milchsaft kein Nährsaft ist und durch weitere Untersuchungen wird die Annahme gestützt, daß die Milchröhren von Ficus elastica nicht als Reservestoffbehälter angesehen werden können. An einem dicken Ast wurde ein breiter Ringelschnitt angebracht. Aus der oberen Schnittfläche sproßten alsbald zahlreiche Adventivwurzeln. Darauf wurde weiter oben der Ast nochmals geringelt. Die Wurzeln gingen bald zugrunde. Der nach der Verwundung in der zwischen beiden Ringschnitten gelegenen Rindenpartie noch vorhandene Milchsaft wurde dabei nicht etwa verbraucht, er wurde im Gegenteil wieder ersetzt und floß nach Absterben sämtlicher Wurzeln ebenso stark aus als bei der ersten Verwundung des Astes. Die Verwundung selbst ist nicht die Ursache des Absterbens der Wurzeln, denn man kann oberhalb des oberen Randes der Ringelung auf eine lange Strecke die ganze Außenrinde bis zum Phloem entfernen, ohne die Wurzelentwicklung zu stören. Da die Milchröhren in dieser Außenrinde liegen und die Wurzeln somit in dem Versuch von der Milchsaftzufuhr abgeschnitten sind, so ist das ein erneuter Beweis dafür, daß die Wurzeln des Milchsafts zu ihrer Entwicklung nicht bedürfen. Verschiedene andere Versuche führten zu dem gleichen Ergebnis. Ich erwähne noch einen: Ein mit mehreren Seitenzweigen versehener Ast wurde der Länge nach gespalten. An beiden Hälften waren gleichviel Seitenzweige. Die eine Hälfte wurde nun an der Basis bis zum Holz, die andere nur bis zum Phloem geringelt. Der Ast wurde verdunkelt. Resultat: die Seitenzweige an ersterer starben ab, die an letzterer wuchsen weiter. Der Milchsaftgehalt war auch nach Beendigung des Versuchs in beiden Hälften völlig der gleiche, sodaß also auf einen Milchsaftverbrauch nicht geschlossen werden kann.

Man wird nach diesen Ergebnissen kaum noch behaupten können, daß der Milchsaft von Ficus elastica für die Ernährung der Pflanze eine wesentliche Rolle spielt. Nach Erledigung dieser Frage im negativen Sinne sucht nun der Verf. für die Bedeutung des Milchsafts positive Anhaltspunkte zu gewinnen. Hier vermag ihm Ref. allerdings weniger zu folgen. Der Gedankengang des Verf. ist, wenn ich ihn recht verstehe, etwa folgender: Die schnelle Neubildung des Milchsafts nach Verwundung (Verf. nennt sie Sekretion und betrachtet infolgedessen die Milchröhren als Drüsenorgane) läßt darauf schließen, daß auch in der normalen, unverletzten Pflanze fortwährend in erheblichen Mengen Milchsaft produziert wird (weshalb?). Folglich muß auch fortwährend Milchsaft verbraucht werden. Da nun, wie gezeigt wurde, der Latex

als Reservestoff, also intrazellular keine Verwendung findet und von der Pflanze nicht ausgeschieden wird, so bleibt nur die Annahme übrig, daß er an der Zellwandbildung in hervorragendem Maße beteiligt ist. Eine solche Schlußweise per exclusionem ist meistens etwas mißliches, vor allem hier, wo die Prämissen durchaus nicht erwiesen sind. Da der Verf. weitere Untersuchungen in Aussicht stellt, so erscheint es angebracht, mit dem Urteil zu warten, bis er positive Beweise für seine Anschauung erbracht hat.

Zum Schluß berührt der Verf. die Schutzmittelfrage. Er erkennt zwar an, daß an der Annahme, der Milchsaft fungiere als Schutzmittel gegen Tierfraß, etwas wahres sein mag, für Ficus elastica lehnt er sie aber ab, weil dieser Baum z. B. von Termiten, auch von Schnecken stark angegriffen wird. Ohne in dieser Frage irgend etwas entscheiden zu wollen, will ich nur bemerken, daß Beobachtungen in Plantagen (von denen Verf. anscheinend ausgeht), Gärten oder sonstigen nicht natürlichen Standorten, eventuell sogar fern von der Heimat der Pflanze, für ökologische Deutungen aus leicht ersichtlichen Gründen von recht zweifelhaftem Werte sind. H. Kniep.

Schoute, J. C., Beiträge zur Blattstellungslehre. I. Die Theorie.

Rec. des travaux botaniques néerlandaises. 1913. **10,** 153—325.

Als wichtigste noch unerklärte Probleme der Blattstellungslehre betrachtet Verf. folgende:

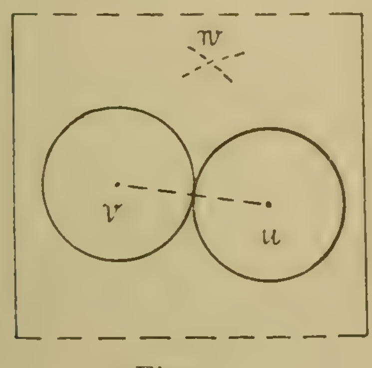
1. Wie kommt es, daß in den Parastichen die Hauptreihe herrscht?
2. Warum dominiert auch in den Divergenzen die Hauptreihe?

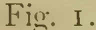
Beide Fragen fallen durchaus nicht, wie man wohl denken könnte, in eine einzige zusammen.

Nachdem Verf. gezeigt hat, daß die bisherigen Theorien der Blattstellung, so namentlich die von Hofmeister, Schwendener, Church und Iterson, diese Fragen noch nicht gelöst haben, stellt er eine neue Theorie auf, die zunächst S. 175—178 in einer Form mitgeteilt wird, die wohl ziemlich allgemein auf Widerspruch stoßen dürfte, da sie mit Stoffen operiert, deren Existenz und Wirkungsweise mehr als problematisch ist. Zum Glück hat Verf. ganz am Schluß der Abhandlung, in einer Anmerkung auf S. 320 die Hypothese in einer weniger angreifbaren Form entwickelt. Wir nehmen um so lieber auf diese Form allein Bezug, als auch der Verf. ihr den Vorzug zu geben scheint.

Mit Recht sucht er das Problem so zu fassen, daß er sagt: Wie kommt es, daß durch zwei bestehende Anlagen am Vegetationspunkt

der Mittelpunkt eines höherstehenden, die Parastichen fortsetzenden Organs bestimmt wird? — Jeder Vegetationskegel ist nun offenbar dadurch charakterisiert, daß erst in einer gewissen Entfernung von seiner Spitze eine Blattbildung möglich ist. Wenn nun an einer solchen Stelle der Mittelpunkt einer Blattanlage einmal entstanden ist, so sollen nach der Theorie des Verf.s von ihm aus Einflüsse ausgehen, die dahin wirken, daß allerseits bis zu einer gewissen Entfernung von diesem Punkt keine neuen Blattzentren entstehen können. »Um den Anforderungen, welche von unserer Theorie gestellt werden, gerecht zu werden, müssen wir annehmen, daß der Impuls sich zu einem Kreis bestimmter Größe ausdehnt und daß innerhalb des Kreises eine dauernde Änderung des Gewebes stattfindet, wodurch die Bildung neuer Zentren verhindert wird.« Dieser Kreis, auf den sich der Einfluß des Zentrums ausbreitet, nennt Verf. »Verbreitungskreis.« Um eine detailliertere Vorstellung von seiner Theorie zu geben, reproduzieren wir die Fig. 1 und 2. Fig. 1 gibt den Umriß zweier in Kontakt stehender Blattansätze und zeigt, wie man durch Konstruktion den Mittelpunkt des




Fig. 1.

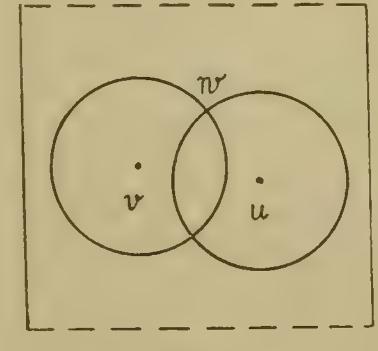


Fig. 2.

nächsten Blattes w findet. In Fig. 2 sind die Mittelpunkte derselben beiden Blätter aufgezeichnet und mit den gleichen Buchstaben u und v versehen. Um jeden derselben ist der »Verbreitungskreis« gezeichnet, und da, wo die beiden Kreise sich schneiden, liegt wiederum der Mittelpunkt des neuen Blattes w, weil hier der Einfluß beider Zentren u und w erloschen ist. Es ist klar, daß man in der gleichen Weise fortfahrend durch die Konstruktion der Fig. 2 (genau ebensogut wie durch die der Fig. 1) immer weitere Blätter einzeichnen kann. Im wesentlichen solche Konstruktionen nach Art der Fig. 2 sind in den folgenden Kapiteln gegeben. Das erste behandelt den »Anfang der Systeme«, die weiteren »Die möglichen Systeme«, »Über Unregelmäßigkeiten in den Systemen«, »Die Übergänge in den Systemen«, »Die Divergenz«. Diese Kapitel, auf die einzeln hier unmöglich ein-

gegangen werden kann, machen zweifellos viele Eigentümlichkeiten der Blattstellung klarer als sie bisher waren und sie machen insbesondere das Dominieren der Hauptreihe recht plausibel. Daraus kann man aber nicht rückwärts schließen, daß deshalb die Hypothese des Verf.s richtig sein müsse. Ref. muß vielmehr gestehen, daß ihm die Theorie vom »Verbreitungskreis« aus folgenden Gründen keineswegs einleuchten will:

1. Wenn wirklich ein solcher Einfluß von einem einzelnen Punkt der Oberfläche des Vegetationskegels ausgeht, so ist zunächst einmal schwer verständlich, warum er sich nach allen Radien hin gleichmäßig ausbreiten sollte. Nach oben hin muß er doch einen großen Widerstand finden, weil hier der Vegetationspunkt noch nicht im Stand sein soll, Blätter zu bilden; nach unten muß durch die Verbreitungskreise tiefer stehender Blätter ein Widerstand gegeben sein; somit müßte annähernd nach rechts und links am leichtesten eine Ausbreitung erfolgen.

2. Aber wenn auch eine entsprechende Korrektur in der Hypothese angebracht ist, so bleibt doch unverständlich, daß der Verbreitungskreis v in Fig. 2 ebensogroß sein soll, wie der von u, da doch u erheblich früher als v entstanden ist, also auch mehr Zeit hatte, seinen Verbreitungskreis zu vergrößern.

3. Verf. scheint allerdings eine bestimmte definitive Größe des Verbreitungskreises anzunehmen. Aber wie soll man sich vorstellen, daß ein solcher Einfluß plötzlich aufhört, anstatt allmählich auszuklingen?

4. Endlich ist Ref. unklar, warum der Verbreitungskreis größer werden kann als der Blattansatz. Was hindert die Meristemoberfläche, den von den Kreisen u und v eingenommenen Raum wenigstens nach oben hin in toto zu einem Blatt auszugestalten?

Hoffentlich gelingt es Verf. noch, seine Theorie präziser zu gestalten. Daß er mit der Grundannahme, daß korrelative Beziehungen bei der Blattstellung eine große Rolle spielen, auf dem richtigen Wege ist, wird kaum jemand bezweifeln. Jost.

Trülzsch, O., Über die Ursachen der Dorsiventralität der Sprosse von Ficus pumila und einigen anderen Pflanzen.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1914. **54,** 1—70.

Viele kletternde Sprosse zeigen im anatomischen Bau des Stengels eine auffallende Asymmetrie, die darin besteht, daß die der Unterlage zugekehrte Seite im Dickenwachstum gefördert ist, das Mark somit exzentrisch liegt. Holz- und Bastzellen sind hier zahlreicher und größer als auf der von der Unterlage abgewandten Seite, die ersteren dünn-

wandiger, letztere dickwandiger. Der Verf. hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Ursachen dieser Asymmetrie zu untersuchen und hat dazu hauptsächlich Sprosse von Ficus pumila gewählt.

Kontaktwirkung ist ausgeschlossen. Dagegen wird durch einwandfreie Versuche gezeigt, daß Licht, Schwerkraft und Zwangskrümmung die Erscheinung hervorrufen können. Es können vorliegen: Negative Phototrophie (Förderung der vom Lichte abgekehrten Seite), positive Geotrophie (bei horizontal liegenden Sprossen Förderung der physikalischen Unterseite) und positive Kamptotrophie (Förderung der konkaven Seite des zwangsweise gekrümmten Sprosses). In beiden letzteren Fällen ist die Gewebeasymmetrie nicht so ausgesprochen wie bei der Lichtwirkung; daß diese tatsächlich stärker ist, zeigt sich auch darin, daß bei kombinierter Reizung durch zwei oder alle drei Faktoren die Lichtwirkung stets dominiert, auch dann also, wenn der Einfluß der Schwerkraft und der der Zwangskrümmung entgegenwirken.

Ein merkwürdiges Verhalten zeigten die Sklerenchymfasern. Verf. machte die Beobachtung, daß in einem sehr feuchten Gewächshaus in der Rinde oft gar keine Sklerenchymfasern auftraten, in dem weniger feuchten Palmenhaus waren sie reichlicher ausgebildet, vielfach aber auch hier nur an der von der Unterlage abgekehrten Seite. Durch Versuche wurde festgestellt, daß tatsächlich die Sklerenchymfaserbildung in der Rinde unterbleibt, wenn die Feuchtigkeit ein gewisses Maß überschreitet. Das ausschließliche Vorhandensein der Fasern an der morphologischen Oberseite rührt vermutlich einfach daher, daß an der der Unterlage zugekehrten Seite die Atmosphäre feuchter ist.

Die Exzentrizität des Dickenwachstums tritt auch bei den Luftwurzeln von Ficus pumila auf und wird hier durch dieselben Faktoren ausgelöst wie bei Sprossen.

Die gleiche phototrophe Reaktion wie die Ficussprosse zeigen die Klettertriebe von Hedera helix, Cissus antarctica, Ampelopsis radicantissima und die horizontalen Stämmchen von Arctostaphylos uva ursi. Die Klettersprosse von Begonia fagifolia weisen dagegen Förderung der dem Licht zugewandten Seite auf, doch ist es fraglich, ob hier Phototrophie vorliegt, da es auch beim Neuzuwachs nicht möglich war, die Asymmetrie durch Beleuchtung der Ventralseite umzukehren. Dagegen gelang es, bei Ricinus communis durch einseitige Beleuchtung positive Phototrophie zu induzieren.

Auch das Auftreten der Haftwurzeln an der Bauchseite der kletternden Ficussprosse hängt von äußeren Bedingungen ab. Es ist eine Folge der dort herrschenden geringeren Beleuchtungsintensität und höheren Feuchtigkeit. Die jungen Wurzelanlagen sind äquipotentiell

und es hängt von den Außenbedingungen (namentlich der Feuchtigkeit) ab, ob sie sich zu Haft- oder Nährwurzeln entwickeln. Dasselbe gilt für die einseitige Behaarung der einer Stütze anliegenden Luftwurzeln.

Die in einer Horizontalebene liegenden Blätter der Klettersprosse von F. pumila sind asymmetrisch. Die kleinere Hälfte der Lamina ist der Sproßspitze zugekehrt. Es gelang nicht, durch Veränderung der Außenbedingungen symmetrische Blätter zu erzeugen, obwohl solche an den frei in die Luft ragenden, fertilen Sprossen in der Natur vorkommen. Dagegen ist die Anisophyllie horizontal oder schräg wachsender Stengel von F. pumila, barbata und scandens (an der oberen Flanke sind hier die Blätter kleiner als an der unteren) zweifellos eine Folge äußerer Faktoren, wenn auch noch nicht festgestellt werden konnte, welcher. H. Kniep.

Schneider, Hans, Über die Prophasen der ersten Reifeteilung in Pollenmutterzellen, insbesondere bei Thelygonum Cynocrambe L.

Arch. f. Zellforsch. 1914. **12,** 359—372, Taf XXVIII.

Verf. nimmt in der vorliegenden Arbeit zu einigen schwierigeren Problemen der heterotypen Mitose Stellung, ohne freilich definitive Beweise in irgendeiner Richtung zu geben. Das Material ist offenbar dafür nicht sonderlich günstig, die Haploidzahl der Chromosomen (10) zu groß und gerade während der kritischen Prophasestadien sind diese zu lang ausgezogen, als daß sie isoliert gut beobachtet werden könnten. Durch das Studium der gesamten Morphologie von Thelygonum, das Verf. s. Zt. vornahm (ref. diese Zeitschr. 1914. 6, 352), ist er offenbar dazu gebracht, gerade diese in systematischer Beziehung so merkwürdige Pflanze zu wählen. Zur Ergänzung wurde dann noch Allium Cepa und Tradescantia virginica herangezogen.

Die Bilder von den Prophasen aller drei Pflanzen scheinen nun dem Verf. unbedingt dafür zu sprechen, wofür ja auch Strasburger, Bonnevie, der Ref. u. a. eintreten, daß im Pachynema eine tatsächliche Fusion zweier getrennter Spireme eintritt und nicht nur wie Grégoire will, ein Aneinanderlegen. Die von der Farmerschen Schule noch immer verteidigte Metasyndese lehnt Verf. ebenso wie die ganze Strasburger- und Grégoiresche Schule ab. Alle durch unsere Tinktionsmethoden zu beobachtenden »Strukturen« im Aufbau der Chromosomen und alle Versuche, getrennte »Chromomeren« zu statuieren, bleiben, was jetzt wohl nahezu allgemein geglaubt wird, überaus pro-

blematisch. Hier hat Grégoire ja s. Zt. gegenüber Strasburger wohl die richtigeren Bahnen gewiesen.

Im ganzen Cormophyten-Reich ist nach Verf. ein einheitlicher Verlauf der heterotypen Teilung das wahrscheinlichste. Dagegen sei es wohl denkmöglich, daß in anderen Pflanzenstämmen, die phylogenetisch nicht nahe verwandt sind, wie z. B. den Phaeophyceen (Yamanouchi), ein anderer Reduktionsmodus Platz griffe.

Entscheidendere Beweise gibt Verf. nach Ansicht des Ref. vor allem gegen Lawsons Theorie der »Synapsis« als einer durch osmotische Ausdehnung des Kerninneren bedingten vorübergehenden Entwicklungsphase. Zwar konnten Lawsons Befunde, daß gerade z. Zt. der Synapsis der Kern größer ist als vorher und nachher, für Allium bestätigt werden. Aber Thelygonum und Tradescantia wiesen ein unverändertes Kernwachstum von der Synapsis bis zum Strepsinema resp. zur Diakinese auf. Verf. muß daher, wie wohl die meisten Cytologen das tun, Lawsons Theorie verwerfen. Eine wirkliche Aufklärung der Bedeutung der Synapsis kann aber auch er nicht geben. G. Tischler.

Moss, C. E., The Cambridge British Flora. Illustrated from drawings by E. W. Hunnybun. Volume II. Salicaceae to Chenopodiaceae.

Cambridge. 1914. University Press. Gr. 4⁰. XX. 206 S., 206 Taf.

Diese Flora großen Stiles läßt sich Ascherson-Graebners Synopsis an die Seite stellen, indem sie durchweg originell und kritisch bearbeitet ist. Sie will den gegenwärtigen Stand der britischen Floristik wiedergeben, bemüht sich aber auch, in jeder Hinsicht die Forschung auf dem Kontinent zu verwerten, so daß das Buch eine ebenso allgemeine Beachtung fordert, wie sie Ascherson-Graebner zu teil wird. Die Behandlung von Populus, Ulmus, Chenopodium und Salicornia z. B. bringt viel Wertvolles. Bei zahlreichen Arten sind sorgfältige Arealkarten gegeben: doch möchte Ref. glauben, daß sie noch lehrreicher wären, wenn Verf. Standortspunkte verzeichnet hätte, statt die Counties zu schraffieren. Das Werk ist auf 10 Bände veranschlagt; man darf wünschen, daß die folgenden sich auf der Höhe des ersten halten. Die Tafeln geben Linienzeichnungen nach der Natur, sie wirken nicht sehr lebendig, machen aber einen durchaus zuverlässigen Eindruck. L. Diels.

Koorders, S. H., en **Valeton, Th.,** Bijdrage for de Kennis der Boomsorten op Java 13. Batavia 1914.

Mededeelingen nitgaande von het Departement van Landbouw n. 18.

Mit dem vorliegenden Band findet die bekannte Serie von Abhandlungen über die Waldbäume Javas durch Th. Valeton und J. J. Smith ihren Abschluß. Ersterer behandelt darin die Iticaceen, Convolvulaceen und Thymelaeaceen, der letztere die Violaceen, Moraceen, Hamamelideen, Clethraceen, Ericaceen. Zuletzt folgt das Register der einheimischen und der lateinischen Namen der im ganzen Werk behandelten Bäume und Sträucher. H. Solms.

Icones Bogorienses vol IV, fasc. 4. Leiden 1914.

Über diese schöne vom botanischen Garten zu Buitenzorg herausgegebene Serie von Abbildungen neuer und wenig bekannter indischer Pflanzen ist zuletzt in dieser Zeitschrift VI, Heft 4, p. 356 referiert worden. Jetzt liegt wieder ein Heft vor, die Nummern CCCLXXVI bis CD umfassend. Es beginnt mit einigen neuen von Valeton beschriebenen Zingiberaceen. Dann folgt von J. J. Smith bearbeitet Burmannia bifario, desgl. von J. J. Smith beschrieben ein paar Antidesmaarten und ein Rhododendron. Weiter folgen aus Valetons Feder Bilder und Diagnosen zahlreicher Rubiaceen. H. Solms.

Coulter, John M., and **Land, W. J. G.**, The Origin of Monocotyledony.

Bot. Gaz. 1914. **57**, 509—519.

Unter Keimlingen der Liliacee Agapanthus fanden Verff. einige mit anomaler Dikotylie und studierten sie, um neue Gesichtspunkte zu der alten Frage des Verhältnisses von Mono- und Dikotylie zu gewinnen. Die genaue Beschreibung geeigneter Zustände zeigt, schon an der Anordnung der Leitbündel, daß es sich bei jener Anomalie nicht etwa um die Verschmelzung zweier Embryonen handelt. Ihre Besonderheit liegt vielmehr darin, daß am Proembryo in dem Ringmeristem des Scheitelpoles statt eines Primordiums zwei zu stärkerer Entwicklung gelangen: beide bewahren gleichmäßig ihre Wuchskraft, statt daß, wie normal, das eine sie frühzeitig verliert. Allgemein läßt sich daraus entnehmen: es ist für die ursprüngliche Monokotylie bezeichnend, daß mit dem Stehenbleiben des einen Primordiums die gesamte Wachstumsenergie des Ringmeristems in dem anderen aufgeht. Das ist aber für das Verhältnis zur Dikotylie offenbar von sekundärer Bedeutung gegenüber dem Gemeinsamen: der lateralen Entstehung aus dem Ringmeristem am Scheitel des Proembryo. L. Diels.

Berridge, E. M., The Structure of the Flower of Fagaceae, and its Bearing on the Affinities of the Group.

Ann. of Bot. July 1914. **28,** No. CXI, 509—526. 9 Textfig.

Castanopsis chrysophylla besitzt (neben rein ♂ Blüten) noch protogyne Zwitterblüten mit 12 Staubblättern; es ist also ein recht vollständiger Typus der Fagaceen und empfiehlt sich für vergleichende Studien. Verf. untersucht daran die feineren Einzelheiten der Infloreszenz und den Bündelverlauf in der Blüte. In der Cupula sieht er die verwachsenen und modifizierten Sekundär- und Tertiärachsen der Dichasien, verwirft somit die Deutung Eichlers, der sie als Vorblattgebilde deutet. Die neue Auffassung hat vieles für sich; aber man wünschte zu ihrer Begründung klarere Figuren, als sie Verf. bringt. — Im unteren Teile der Blüte zählt man 12 Leitbündel; davon teilen sich 6 in je 3 Äste, die die Perianthblätter, die 6 äußeren Staubblätter und die Griffel versorgen; die anderen 6 spalten sich nur in je 2 Äste, die zu den inneren Staubblättern und ebenfalls zu den Griffeln gehen; Verf. setzt auch hier ursprünglich einen dritten Ast voraus, der einen inneren Perianthkreis versorgt hätte. Er leitet demnach die Fagaceenblüte ab von einer vermutlich dichlamydeischen Zwitterblüte mit synkarpem, isomerem Ovarium. Aus der Bündelanordnung im Blütenstiel möchte er dabei sogar an ursprünglich vorwiegende Pentamerie denken: dort hat nämlich Fagus 15, Castanopsis oft 20 Bündel; die Trimerie in der Blüte wäre erst sekundär durch Raumverhältnisse herbeigeführt. Im ganzen will Berridge am ehesten die epigynen Rosaceae als Verwandte der Fagaceen betrachten, mit denen ja auch vieles Vegetative, besonders im anatomischen Bau, sowie die axile Plazenta und die Samenanlagen übereinstimmen. L. Diels.

Bower, F. O., Studies in the phylogeny of the Filicales IV Blechnum and allied genera.

Ann. of Bot. **28,** 363—431. Mit 11 Taf. u. 20 Textfig.

Verf. bespricht in dieser ausgedehnten Arbeit eine Menge verschiedener Arten aus den Gattungen Blechnum, Lomaria und Doodya, indem er überall das größte Gewicht auf die Entwicklung des Sorus und des Indusii legt. Er gelangt dabei zu dem Resultat, daß bei allen diesen Formen kein echtes Indusium vorkomme, daß der Anschein eines solchen vielmehr nur durch den auf die Unterseite verschobenen Blattrand gebildet werde und daß man es also rerea durchweg mit einem Indusium spurium zu thun habe. Da entsteht nun aber die Frage, als was man denn den oft recht breiten Saum der Blattlamina,

wie er bei manchen Blechna und bei Woodwardia vorhanden ist, anzusprechen haben werde. Nach des Verf. Ansicht soll dieser nun eine Neubildung aus der Oberseite des Blattrandes sein, für welche er den Namen der »Flange« einführen will. Seine Entstehung soll die Consequenz eines »phyletischen Gleitens des Indusialrandes vom genetischen Rand auf die Unterseite der Pinna« sein. Das habe schon Griffith angedeutet, und Prantl habe ein analoges Verhalten für die Bildung der Sori von Aneimia und Mohria angegeben.

Es ist bei Blechnum häufig der Fall, daß die Anastomosenbögen, die die Sori tragen, unvollkommen oder gar nicht ausgebildet werden. Wo die Blätter theilweise steril werden, findet man solches häufig realisiert. Dann erscheint der gewöhnlich zusammenhängende der Mittelrippe parallel verlaufende Sorus in zahlreiche Stücke zerlegt. Woodwardia ist dafür ein bekanntes Beispiel. Da entsteht nun die Frage, ob das einer Rückbildung entspricht oder ob es der fortschreitenden Reihe der phyletischen Entwicklung angehört. Der Verf. entscheidet sich für letztere Alternative; er will zwar die Blechneen von Formen herleiten, die einfache laterale sorustragende Seitennerven aufwiesen, hält aber andererseits die soritragenden Anastomosenbögen für eine phylogenetisch spätere Errungenschaft. Die ursprüngliche Nervatur des fertilen Blattes sieht er repräsentirt in Matteucia intermedia, in einem neuen indischen, mit Struthiopteris und Onoclea nächstverwandten Farrenkraut, welches ihm zufolge die Ableitung der Blechneen von den Cyatheaceen ermöglichen soll. Der Hauptgrund für seine Anschauung, wonach die Formen mit Anastomosenbögen die jüngeren sein müssen, liegt, soviel Referent sieht, in dem Umstand, daß nur bei ihnen überall Sori eines »mixed-type« sich finden, während Matteucia und die einfacheren Lomarioiden Blechna solche des basipetalen darbieten. Seinen früheren Untersuchungen zufolge hält es aber Verf. für einen ganz allgemein berechtigten Schluß, daß Sori des mixed-type durchweg phylogenetisch jünger sein müssen als solche des basipetalen. Verf. legt, wie gesagt, außerordentlich geringes Gewicht auf das Vorhandensein oder Fehlen der Anastomosenbögen, er sieht diese als etwas secundäres, als eine Folgeerscheinung des durch die Sorusentwicklung gesteigerten Zuleitungsbedürfnisses an. Ihm ist der continuirliche der Mittelrippe parallele Sorus von Blechnum demzufolge ein »Fusion sorus«, der leicht in einzelne Theilstücke zerfallen kann, und die so entstandenen Theilsori brauchen keineswegs mit den einzelnen Ausgangssori von Matteucia äquivalent zu sein.

Auf solchem Wege gelangt Verf. dahin, die Nervatur der fertilen Blätter von Scolopedrium, ja sogar von Asplenium, von Blechnum her-

zuleiten; es brauchen ja nur die äußeren Schlußstücke der Anastomosenbögen zu schwinden, deren Basen aber als fertile Nerven stehen zu bleiben. Und schließlich findet er in Stenochlaena und Brainea sogar Übergänge zu Acrostichum, indem hier der Sorus bei seiner Entwicklung von dem Nerven auf die Blattfläche übergreift.

Des Referenten Orientirung in der Einzelsystematik des Filices reicht nicht aus, um ihm ein abschließendes Urtheil über alle diese Conceptionen zu gestatten. Er hat sich darauf beschränkt, das Wichtigste aus Bowers Darstellung wiederzugeben. Eine Menge von Einzelheiten muß der Interessent im Original nachlesen. Immerhin möchte er auf die ausgedehnten phylogenetischen Speculationen aufmerksam machen, die die Abhandlung enthält. Er seinerseits wagt zu bezweifeln, daß des Verf. Anschauungen bei den continentalen Pteridographen vielen Anklang finden werden. H. Solms.

Atwell, Ruth S., The appearance of polar bodies in the spermogenous tissue of Ricciocarpus natans (L) Corda.

Bull. Torrey bot. Club. 1914. **41**, 333—336, pl. 8.

Durch die eingehenden Arbeiten der letzten Jahre über die Spermatogenese der Lebermoose, von denen ich hier in erster Linie die von Woodburn (Ann. of Bot. 1911 und 1913) und die von Miß Black (Ann. of Bot. 1913) nenne, war so gut wie einwandfrei festgestellt worden, daß Centrosomen dabei niemals auftreten und daß nur während der letzten, »diagonalen« Teilung der Spermatid-Mutterzellen sogenannte Blepharoplasten erscheinen, die eine bestimmte Funktion bei der Entwicklung der Spermatozoiden haben dürften. Demgegenüber verficht Verf. nun die s. Zt. von Mottier und Ikeno geäußerte Ansicht, daß centrosomenähnliche Gebilde auch während der früheren Mitosen im Antheridium sich finden. Die knappen Ausführungen und die flüchtigen Zeichnungen haben jedoch den Ref. keineswegs überzeugt, daß Verf. im Recht ist. Bei Färbung mit Safranin-Gentiana-Violett fand sie stets bestimmte Körnchen an den Spindelenden. Aber diese »entstehen und verschwinden bei jeder neuen Teilung«, haben also mit den »klassischen« Centrosomen offenbar nichts zu tun. Dabei gibt sich die Verf. nicht einmal die Mühe, über den Ursprung dieser Körper ins Klare zu kommen. Die lakonischen Worte: »The origin of these bodies was not taken up», zeigen das zur Genüge, und ebenso macht sie gar nicht den Versuch, ihre Centrosomen mit den Blepharoplasten der letzten Teilung in Beziehung zu setzen, denn »this study

was not carried far enough to observe these late stages in Ricciocarpus natans.«

Ref. kann den Ausführungen der Verf. leider einen besonderen Wert nicht beimessen, um so weniger als die Existenz von zahlreichen Körnchen, die zuweilen auch an den Spindelenden liegen, schon von Miß Black für Riccia Frostii beschrieben und — erheblich besser abgebildet wurde. G. Tischler.

Pascher, A., Über Symbiosen von Spaltpilzen und Flagellaten mit Blaualgen.

Ber. d. d. bot. Ges. 1914. **32,** 339—352. Taf. VII.

In Bestätigung der Buderschen Angaben über Chloronium mirabile teilt Verf. über ähnliche Symbiosen von Cyanophyceen mit farblosen Organismen — über Syncyanosen, wie er sie nennt — einige interessante Beobachtungen mit. Als farblose Komponenten beschreibt er zunächst zwei Bakterien: ein unbewegliches Stäbchen von 8—12 μ Länge, in dessen Gallerthülle kugelige Cyanophyceen in wechselnder Menge eingebettet sind. Bei der anderen Form liegt ein bewegliches 15—18 μ langes Spirillum vor, dessen kugelige Cyanophyceen 1 μ im Durchmesser zeigen. Ganz neu ist eine Syncyanose einer beweglichen Flagellate, einer Oicomonas, in deren Gallerthülle die 0,5 μ dicken und 2—5 μ langen Zellen der Chroostipes in wechselnder Zahl liegen. Nach Luftabschluß behielten die algenreichen Flagellaten bei Belichtung ihre Beweglichkeit viel länger bei und begannen sich nach Verdunkelung früher zu bewegen als algenarme Oicomonaden. Es scheint, daß die Sauerstoff-Produktion der Alge dem farblosen Flagellat erlaube, in sauerstoffarmen Medien auszuhalten und die darin reichlich enthaltenen Nährstoffe und Nährorganismen zu verwerten. Verf. vermutet, daß auch die Alge aus ihrer Symbiose Nutzen ziehe. Beobachtungen über andere wohl als Parasitismen zu bezeichnende Einnistungen von Cyanophyceen in Gallerthüllen von Algen — Cyanotheca longipes in der Gallerte einer Dictyosphaeriumartigen Protococcacee und Cyanodictyon in Anabaena-Gallerte — führen ihn zu der Annahme, daß manche Cyanophyceen die Zerfallsprodukte der Gallerte als Nahrung verwerten. Auf eine solche halbparasitische Lebensweise deutet auch ihr geringer Chlorophyllgehalt hin. Alle diese Vermutungen sind plausibel, doch können Reinkulturen beider Komponenten allein zu sicheren Resultaten führen. Senn.

Heering, W., Ulothrichales, Microsporales, Oedogoniales.

Heft 6 von Paschers Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. G. Fischer, Jena, 1914.

Von den 16 vorgesehenen Heften der Süßwasserflora ist jetzt das siebente mit Heerings Chlorophyceen 3. Abt. erschienen. Es enthält zunächst einen Bestimmungsschlüssel für alle fadenförmigen Grünalgen; eine eingehende Behandlung erfahren aber erst die Ulotrichales, Microsporales und Oedogoniales. Dem Grundplan des Werkes gemäß geht den speziellen Teilen jeweilen eine Darstellung der Organisationsverhältnisse jeder Reihe voraus. In der Besprechung der Ulotrichales wird ihre Verzweigungsweise nach Brands erweitertem Schema mit Hilfe einiger Schemabilder eingehend und übersichtlich behandelt. Bei der Behandlung der Kerne figuriert immer noch die einmal behauptete Vielkernigkeit alter Zellen bei Trentepohlia. Auf Grund der Untersuchungen Brands und des Ref. dürfte diese Angabe für einheimische und tropische Formen ruhig fallen gelassen werden. Auch die Ableitung der scheibenförmigen Trentepohlia-Chloroplasten aus bandförmigen ist ja theoretisch sehr nett, entbehrt aber der tatsächlichen Grundlage. Sonst ist die Darstellung gut und entspricht den neusten Untersuchungsresultaten. Auch die Bestimmungstabellen und Artbeschreibungen sind praktisch.

Die Gattung Microspora wird nicht mehr den Ulotrichalen, sondern wegen Membranstruktur und Fortpflanzung als besondere Reihe behandelt. Diese Abtrennung scheint dem Ref. ein glücklicher Versuch zu sein, in die bisher ausschließlich durch negative Merkmale charakterisierte Rumpelkammer der Ulotrichales einige Ordnung zu bringen.

Den Schluß des Heftes bilden die Oedogoniales, deren Bearbeitung auf der Hirnschen Monographie fußt. Sehr praktisch ist die dem eigentlichen Bestimmungsschlüssel für die 135 Oedogonium-Arten vorausgehende Zusammenstellung der durch auffallende Merkmale ausgezeichneten Arten, für deren Erkennung allerdings die völlige Ausbildung der Oosporen mit wenigen Ausnahmen unumgänglich ist.

So reiht sich dieses Heft den bereits erschienenen würdig an.

Senn.

Grimm, Max, Flüchtige organische Verbindungen als einzige Kohlenstoffquellen. (Vorl. Mitteilung.)

Centralbl. f. Bakt. II. 1914. **41,** 647 ff.

Bei den in Helsingfors ausgeführten Untersuchungen vermochte Oidium lactis seinen Kohlenstoffbedarf aus folgenden in Form von Dämpfen dargebotenen Kohlenstoffverbindungen mehr oder weniger gut zu decken: Äthyl-, Propyl-, Isobutyl-, Amylalkohol, Essigsäure, Äthyl-, Propyläther, Ameisensäure-Propyl- und -Isobutylester, Essigsäure-Methyl-, Äthyl-, Propyl-, Isobutyl-, Amylester. Verbindungen, die nicht neben

Wasserstoff auch Sauerstoff enthielten, konnten nicht benutzt werden. Von Alkoholen waren Methyl-, Isopropyl- und Butylalkohol ungeeignet, von Säuren Ameisen-, Propion-, Normal-, Butter-, Isobutter- und Valeriansäure. Aspergillus repens verhielt sich in bezug auf die Ausnutzung flüchtiger Kohlenstoffverbindungen merklich verschieden. Amyloxalat, das für Oidium lactis unzugänglich ist, ist jenem zugänglich.

Die Untersuchungen, deren Ergebnisse bei künftigen ernährungsphysiologischen Studien zu berücksichtigen sein werden, sollen demnächst ausführlich in einer größeren Arbeit über die Ernährungsphysiologie des Oidium lactis veröffentlicht werden. Behrens.

Koch, A., Über die Einwirkung des Laub- und Nadelwaldes auf den Boden und die ihn bewohnenden Pflanzen.

Centralbl. f. Bakt. II. 1914. **41,** 545 ff.

Den Anlaß zu den vorliegenden Untersuchungen gab die vielfach bestätigte Beobachtung, daß im Nadelwald der Boden zum Gedeihen der meisten Pflanzen, auch von Nadelholzsämlingen, untauglich wird, während im Buchenbestande dieser Übelstand — mit vereinzelten Ausnahmen infolge von Trockentorfbildung — nicht einzutreten pflegt, so daß die Schonung eingesprengter Buchen in Nadelholzbeständen als Gegenmittel gegen das Übel empfohlen wird. Eine Anregung Wallachs führte den Verf. dazu, zu prüfen, ob außer den bisher angegebenen Ursachen, dem Lichtmangel — der im Kiefernbestande nicht in Betracht kommt, auch nach der Abholzung nicht mehr wirksam ist —, den Wasserverhältnissen, dem Wettbewerbe der Wurzeln, nicht auch eine Giftwirkung der von den Nadelhölzern gebildeten und mit den Nadeln in den Boden gelangten ätherischen Öle vorliegen könnte.

Die Untersuchungen bestätigten bezw. zeigten, daß die meisten Bestandteile des ätherischen Öls der Nadelhölzer die Entwicklung höherer wie niederer pflanzlicher Organismen (u. a. Salpeterbildner, Cellulosezersetzer) mehr oder weniger hemmen, und Verf. kommt zu dem Schluß, daß allerdings auch die Giftwirkung der eigentümlichen Stoffwechselprodukte der Koniferennadeln an der mangelhaften Fruchtbarkeit des Nadelwaldbodens ursächlich beteiligt ist.

Wegen der Einzelheiten muß auf die von 4 Tafeln (Lichtbilder von Versuchspflanzen) begleitete Abhandlung verwiesen werden. Behrens.

Klaeser, M., Die Reduktion von Nitraten zu Nitriten und Ammoniak durch Bakterien.

Centralbl. f. Bakt. II. 1914. **41,** 365 ff.

Der Verf. prüfte im Marburger botanischen Institut das Verhalten von 28 sporenbildenden Bakterien zu Nitriten unter verschiedenen Bedingungen mit dem Ergebnis, das für alle, bis auf Bacillus robustus A. M. et Blau, sich schon qualitativ der Nachweis der Befähigung zur Reduktion von Nitriten führen ließ. Die Fähigkeit ist also, wie bereits frühere Untersucher fanden, sehr verbreitet. Nicht immer aber ist Nitrit oder Ammoniak als Produkt der Reduktion nachweisbar, da die Anhäufung dieser Stoffe von den Bedingungen abhängig ist. Nitrite sind in saurer Lösung stark giftig, hemmen aber auch in alkalischer Lösung die Vermehrung der Bakterien bereits bei niedrigem Gehalt (0,1%), werden deshalb auch nur in beschränktem Maße angehäuft. Pepton setzt die Giftwirkung herab, vielleicht weil durch gebildetes Ammoniak die Salpetrigsäure neutralisiert wird. Während die Natur der an Salpetersäure gebundenen Base gleichgültig für die Nitratreduktion ist, hat die Reaktion der Nährlösung einen wesentlichen Einfluß. Nach dem Verhalten bei saurer Reaktion lassen sich 3 Gruppen unterscheiden, von denen die erste (B. tumescens, oxalaticus, graveolens) Nitrat ohne Anhäufung von Nitrit zu Ammoniak reduziert, während bei alkalischer Reaktion nur Nitrit gebildet wird. Weder Nitrit- noch Ammoniak bilden in sauerer Lösung B. megaterium (im Original stets megathaerium geschrieben), silvaticus, Petasites und luteus. Dabei ist allerdings die Kohlenstoffquelle ausschlaggebend. Nur wenn diese Zucker war, verhielten sie sich wie angegeben, während bei Ernährung mit Mannit oder Glycerin B. silvaticus Ammoniak in großer Menge bildet. Die dritte Gruppe entwickelte sich in der Nährlösung nur schwach, von Reduktionsprodukten war nur Nitrat nachweisbar, während doch sicher auch Ammoniak gebildet wurde.

Was die Bedeutung der Salpeterreduktion für das Leben der Bakterien angeht, so zeigt Verf., daß der Sauerstoff der Nitrate den freien Luftsauerstoff nicht zu ersetzen vermag. Auch ist die Menge des verschwundenen Nitrats zu gering, als daß es wahrscheinlich wäre, daß es sich bei der Nitrat-Reduktion, wie vielfach angenommen wird, um Energiegewinnung handelt. Verf. ist vielmehr der Ansicht, daß die Reduktion des Salpeters zur Ausnutzung des Nitratstickstoffs für den Aufbau der Bakteriensubstanz in Beziehung steht (Überführung in eine leichtassimilierbare Form).

Im Anschluß an die Hauptfrage behandelt Klaeser anhangsweise noch einzelne Nebenfragen, die im Laufe der Untersuchung auftauchten. Von allen geprüften Bakterienarten bildet nur Bacillus asterosporus in pepton- oder asparaginhaltigen Nährlösungen Gas, allerdings nur in solchen, die Zucker enthalten. Auch Glyzerin wird unter schwächerer

Gasbildung zusetzt. Nitrate und Nitrite hemmen die Entwicklung der Bakterien; in peptonhaltiger Lösung begann die Gasbildung erst, wenn alle Nitrate oder Nitrite verschwunden waren, während bei Ernährung mit Asparagin die Gasbildung durch Nitrate und Nitrite sogar beschleunigt wurde. Eine Erklärung dafür gibt Verf. nicht. Bei Gegenwart von wenig Zucker bildeten die meisten untersuchten Arten aus Pepton reichlich Ammoniak. Eine Oxydation von Ammoniak zu Nitraten oder Nitriten wurde nicht beobachtet.

Bezüglich der Einzelheiten, insbesondere auch der benutzten analytischen Methoden, muß auf die Arbeit selbst verwiesen werden.

Behrens.

Hanzawa, J., Einige Beobachtungen über Stickstoffbindung durch Azotobacter in stickstoffarmen und in stickstoffreichen Substraten.

Centralbl. f. Bakt. II. 1914. **41,** 573 ff.

Mischkulturen von vier Azotobacter-Formen (Beijerinckii, vinelandii, vitreum, chroococcum) in Mannitlösung waren in bezug auf Stickstoffbindung den Reinkulturen überlegen. Humusstickstoff hemmt die Stickstoffbindung nicht, Salpeter erst bei größeren Zusätzen, so daß der Stickstoffvorrat des Ackerbodens kaum oder nur selten von Einfluß sein dürfte. Während ein Zusatz von Stalldünger-Humus die Stickstoffbindung wesentlich erhöhte, blieb ein solcher von Gründünger-Humus auf die Menge des gebundenen Stickstoffs ohne Einfluß. Danach dürfte nur der Kohlenstoff des erstgenannten als Nahrung und Energiequelle für Azotobacter dienen können. Behrens.

Graz, O., und **Vas, K.,** Die Mikroflora des Liptauer Käses und ihre Rolle beim Reifen und Scharfwerden desselben.

Centralbl. f. Bakt. II. 1914. **41,** 481 ff.

Nach den in der Kgl. Ungarischen Milchwirtschaftlichen Versuchsstation in Ungarisch-Altenburg angestellten Untersuchungen bietet allerdings die Bereitungsweise des Liptauer Käses, der aus anderen Käsen hergestellt wird, reichlich Gelegenheit zu zufälligen Infektionen. Indessen treten die Vertreter der Gelegenheitsflora weit zurück gegen die Milchsäurebakterien, deren Hauptvertreter Bacterium casei Leichmann ist. Eine Vermehrung der Organismen tritt von der Bereitung des Käses an nicht ein, vielmehr nehmen die vorhandenen Keime allmählich ab, zuerst schnell, später langsam. Am schnellsten verschwindet die Zufalls-

flora, zuerst die Sproßpilze und Oidium lactis, dann Mikrokokken und Streptococcus lactis; am längsten hält sich das bereits genannte Bacterium casei, und — natürlich — bleiben auch die Sporen sporenbildender Bakterien entwicklungsfähig. Die Verff. führen daher die Reifung des Liptauer Käses außer auf das Lab und die Milchsäurebakterien, neben denen vielleicht den Sproßpilzen eine Rolle zukommt, auf die Enzyme (Proteasen, Lipasen), die Rindenbewohner, besonders des Oidium lactis, zurück, zumal man diese nicht zu stören pflegt. Insbesondere ist das »Scharfwerden« des Käses auf die von Oidium lactis ausgeschiedene und ins Innere des Käses eindringende Lipase und die von ihr bewirkte Fettspaltung zurückzuführen, wenn überhaupt, so jedenfalls nur sehr selten auf eine Buttersäuregärung. Zur Verhinderung des Scharfwerdens genügt also sorgfältige Entfernung der äußeren, lipase-reichen Teile. Behrens.

Rothert, W., Neue Untersuchungen über Chromoplasten.

Extrait du Bull. de l'Acad. des sciences de Cracovie. Janvier 1914.

Die Arbeit ist eine Fortsetzung der von mir im zweiten Hefte des Jahrganges 1914 dieser Zeitschrift, S. 144, referierten Abhandlung von Rothert. Sie bringt nichts wesentlich Neues. Er beschreibt 30 weitere Fälle des Vorkommens von Chromoplasten in vegetativen Organen bei Pflanzen, die er in Riga beobachtete. Als Anhang finden sich ein Kapitel über Membranfärbungen, auf welches ich besonders aufmerksam machen möchte, und Angaben über andere Färbungsursachen von Zellen.

Arthur Meyer.

Neue Literatur.

Allgemeines.

Lafar, F., s. unter Pilze.

Bakterien.

Conn, H. J, Bacteria of frozen soil. III. (Centralbl. f. Bakt. II. *1914.* **42,** 510 bis 519.)

Dudtschenko, I. S., Ein im alkalischen Gelatinemedium Purpurfärbung hervorrufender Micrococcus. (Ebenda. 529—530.)

Kelley, W. P., The lime-magnesia ratio: I. The effects of calcium and magnesium carbonates on ammonification. (Ebenda. 519—526.)

Koegel, A., Zur Yoghurtkontrolle. (Ebenda. 449—480.)

Kufferath, H., Action de la gélatine à diverses concentrations sur les Bactéries et les levures. (Ebenda. 557—573.)

Lipmann, Ch. B., and **Burgess, P. S.,** Antagonism between anions as affecting soil Bacteria. (Ebenda. 502—510.)

Troili-Petersson, G., Einzellkultur von langsam wachsenden Bakterienarten, speziell der Propionsäurebakterien. (Ebenda. 528—529.)

Pilze.

Buromsky, Iw., Über den Einfluß der organischen Säuren auf die Hefe. (Centralbl. f. Bakt. *1914*. II, **42**, 530—557.)

Lafar, F., Handbuch der technischen Mykologie f. technische Chemiker, Nahrungsmittelchemiker, Gärungstechniker, Agrikulturchemiker usw. 2., wesentlich erweit. Aufl. von Lafar, techn. Mykologie. 21. (Schluß-) Lief. Fischer Jena. *1914*. 8⁰, **5**, IX u. 641—688.)

Riehm, E., Abnorme Sporenlager von Ustilago tritici (Pers.) Jens. (Ber. d. d. bot. Ges. *1914*. **32**, 570—574.)

Theißen, F., Die Trichothyriaceen. (Beih. z. bot. Centralbl. II. *1914*. **32**, 1—16.)

Wehmer, C., Holzansteckungsversuche mit Coniophora, Trametes und Polyporus. (Ber. d. d. bot. Ges. *1914*. **32**, 566—570.)

Woeltje, W., Unterscheidung der Penicillium-Spezies nach physiologischen Merkmalen. (Ebenda. 544—547.)

Algen.

Lindau, G., Die Algen. Bd. IV, Abt. 2 von G. Lindau. Kryptogamenflora für Anfänger. *1914*. Springer, Berlin. 8⁰. VI, 26 u. 200 S.

Nitardy, E., Zur Synonymie von Pediastrum. (Beih. z. bot. Centralbl. II. *1914*. **32**, 111—194.)

Pantanelli, E., Über den Stoffwechsel bei der Atmung von Meeresalgen. (Ber. d. d. bot. Ges. *1914*. **32**, 547—559.)

Schiller, J., Aus dem Pflanzenleben des Meeres. (Vortr. Ver. Verbr. naturw. Kenntn. Wien. *1914*. Heft 11, 12 S.)

Farnpflanzen.

Hieronymus, G., Eine neue Selaginella. [Volkens, G.: Beiträge zur Flora von Mikronesien.] (Bot. Jahrb. f. Systematik usw. [Engler.] *1914*. **52**, 1—3.)

Schoute, J. C., Beiträge zur Blattstellungslehre II. Über verästelte Baumfarne und die Verästelung der Pteropsida im allgemeinen. (Rec. trav. bot. Néerland. *1914*. II, 1—98.)

Morphologie.

Schoute, J. C., s. unter Farnpflanzen.

Physiologie.

Pantanelli, E., Weitere Untersuchungen über die Mostprotease (Centralbl. f. Bakt. II. *1914*. **42**, 480—502.)

Wiesner, J. v., Der Einfluß der Luftbewegung auf die Beleuchtung des Laubes. (Ber. d. d. bot. Ges. 1914. **32**, 559—566.)

Fortpflanzung und Vererbung.

Kappert, H., Untersuchungen an Mark-, Kneifel- und Zuckererbsen und ihren Bastarden. (Zeitschr. f. ind. Abstammungs- u. Vererbungslehre. *1914*. **13**, 1—57.)

Lehmann, E., Über Bastardierungsuntersuchungen in der Veronika-Gruppe agrestis. (Ebenso. 38—175.)

Ökologie.

Brandt, N., Übersicht über die Lebensbedingungen und den gegenwärtigen Zustand der Pflanzendecke auf der Iberischen Halbinsel. (Beibl. No. 115 Bot. Jahrb. f. System. [Engler]. *1914*. **52**, 54—69.)
Drude, O., Die Stellung der physiognomischen Ökologie. (Ebenda. 8—13.)
Warming, E., und **Graebner, P.**, Warmings Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Dritte umgearb. Aufl. 1. Lief. Bornträger, Berlin. *1914*.

Systematik und Pflanzengeographie.

Beccari, O., Neue Palmen Mikronesiens. [G. Volkens, Beiträge zur Flora von Mikronesien.] (Bot. Jahrb. f. System. [Engler]. *1914*. **52**, 4.)
—, Neue Palmen Papuasiens. [C. Lauterbach, Beiträge zur Flora von Papuasien.] (Ebenda. 19—39.)
Bornmüller, J., Reliquiae Straussianae. (Beih. z. bot. Centralbl. II. *1914*. **32**, 349—419.)
Chodat, R., Polygolaceae novae. (Beibl. Nr. 115. Bot. Jahrb. f. System. [Engler]. *1914*. **52**, 70—85.)
Diels, L., Anonaceae. [C. Volkens, Beiträge zur Flora von Mikronesien.] (Bot. Jahrb. f. System. [Engler]. *1914*. **52**, 16—18.)
Dingler, H., Zur Rosenflora Siziliens. (Beibl. Nr. 115. Bot. Jahrb. f. System. [Engler]. *1914*. **52**, 16—25.)
Engler, A., und **Prantel, K.**, Die natürlichen Pflanzenfamilien. Ergänzungsheft III, enthaltend die Nachträge IV zu den Teilen II—IV für die Jahre 1905—1912. Bearb. von R. Pilger und K. Krause. Engelmann, Leipzig u. Berlin. *1914*.
Hayek, Aug. v., Die Pflanzendecke Österreich-Ungarns. Auf Grund fremder und eigener Forschungen geschildert. I. Bd. 2. Lfg. 8°. *1914*. 129—240. F. Deuticke, Wien.
Höck, V., Verbreitung der reichsdeutschen Einkeimblätter [Monocotyledoneae]. (Beih. z. bot. Centralbl. II. *1914*. **32**, 17—30.)
—, Ergänzungen zu meinen Arbeiten über Ankömmlinge in der Pflanzenwelt Mitteleuropas. (Ebenda. 71—110.)
Krause, K., Die floristischen Beziehungen des Araratgebietes. (Beibl. Nr. 115. Bot. Jahrb. f. System. [Engler]. *1914*. **52**, 26—46.)
Krause, E. H. L., Beiträge zur Flora von Amerika. (Beih. z. bot. Centralbl. II. *1914*. **32**, 329—348.)
Lauterbach, C., Die Aristolochiaceae Papuasiens. Beiträge zur Flora von Papuasien IV. (Bot. Jahrb. f. System. [Engler]. *1914*. **52**, 104—107.)
—, Die Capparidaceen Papuasiens. (Ebenda. 108—114.)
—, Die Linaceen Papuasiens. (Ebenda 115—117.)
Loesener, Th., Über Léveillés neue Celastraceen aus China. (Ber. d. d. bot. Ges. *1914*. **32**, 538—544.)
Pilger, F., Neue und weniger bekannte Gramineen aus Papuasien. [C. Lauterbachs Beiträge zur Flora Papuasiens IV.] (Bot. Jahrb. f. System. [Engler]. *1914*. **52**, 167—176.)
Schlechter, R., Die Orchideen von Mikronesien. [G. Volkens, Beiträge zur Flora von Mikronesien.] (Bot. Jahrb. f. System. [Engler]. *1914*. **52**, 5—13.)
—, Balanophoraceae. (Ebenda. 14—15).
—, Die Saxifragaceae Papuasiens. [C. Lauterbach, Beiträge zur Flora von Papuasien.] (Ebenda. 118—138.)
—, Die Cunoniaceae Papuasiens. (Ebenda. 139—166.)
Ule, E., Die Vegetation des Roraima. (Beibl. Nr. 115. Bot. Jahrb. f. System. [Engler]. *1914*. **52**, 42—53.)
Wirth, C., Flora des Traverstales und der Chasseronkette. [Monographische Studie.] (Beih. z. bot. Centralbl. II. *1914*. **32**, 195—328.)

Palaeophytologie.

Stark, P., Die Flora der Schieferkohle von Steinbach bei Oos. (Beibl. Nr. 115. Bot. Jahrb. f. System. [Engler]. *1914.* **52,** 86—90.)

Angewandte Botanik.

Wolk, P. C. van der, Further researches on some statistics of Coffea IV. (Zeitschr. f. indukt. Abstammgs.- u. Vererb.-Lehre. *1914.* **13,** 176—184.)

Fruwirth, C., Das Unkraut auf dem Felde. Vortrag. (Vortr. d. Ver. f. Verbr. naturw. Kenntn. Wien. *1914.* Heft 10.)

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Roß, H., Über verpilzte Tiergallen. (Ber. d. d. bot. Ges. *1914.* **32,** 574—597.)

Mitteilungen.

Abgabe von Nährgelatine
durch die Königliche Landesanstalt für Wasserhygiene,
in Berlin-Dahlem, Post: Berlin-Lichterfelde 3,
Ehrenbergstraße 38, 40, 42.

Die Königliche Landesanstalt für Wasserhygiene hat mit der Abgabe von Nährgelatine, die für die Zwecke der bakteriologischen Wasseruntersuchung bestimmt ist, begonnen. Der Preis für je ein Reagensgläschen mit 10 ccm Nährgelatine (ausschließlich Verpackung) ist, den Selbstkosten der Anstalt entsprechend, auf 18 Pf. festgesetzt.

Eine Abgabe unter 10 Stück kann nur in Ausnahmefällen stattfinden; für größere Aufträge muß sich die Landesanstalt eine Lieferzeit von etwa 8 Tagen vorbehalten.

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.



ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG JOST · FRIEDRICH OLTMANNS
HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH

SIEBENTER JAHRGANG ZWEITES HEFT



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1915

Monatlich erscheint ein Heft im Umfange von 4—5 Druckbogen
Preis für den Jahrgang: 24 Mk.

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Manuskripte, Bücher usw.) bitten wir zu richten an

Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. **Oltmanns, Freiburg i. Br.,** Jacobistr. 23

Inhalt des zweiten Heftes.

I. Originalarbeit.

II. Besprechungen.

III. Neue Literatur.

Das Honorar für die Originalarbeiten beträgt Mk. 30.—, für die in kleinerem Drucke hergestellten Referate Mk. 50.— für den Druckbogen. Dissertationen werden nicht honoriert. Die Autoren erhalten von ihren Beiträgen je 30 Sonderabdrücke kostenfrei geliefert. Auf Wunsch wird bei rechtzeitiger Bestellung (d. h. bei Rücksendung der Korrekturbogen) eine größere Anzahl von Sonderabzügen hergestellt und nach folgendem Tarif berechnet:

Jedes Exemplar für den Druckbogen	10	Pfg.
Umschlag mit besonderem Titel	10	„
Jede Tafel einfachen Formats mit nur einer Grundplatte .	5	„
Jede Doppeltafel mit nur einer Grundplatte	7,5	„
Tafeln mit mehreren Platten erhöhen sich für jede Platte um	3	„

Die Teleutosporenbildung der Getreiderostpilze und ihre Bedingungen.

Von

Gustav Gaßner.

Einleitung.

Den folgenden Ausführungen liegen Versuche zugrunde, die ich in den Jahren 1907 bis 1910 in Uruguay auf dem Versuchsfeld Sayago bei Montevideo durchgeführt habe. Die Beobachtungen erstrecken sich auf die dort vorkommenden Getreiderostpilze, nämlich Puccinia graminis, P. triticina, P. coronifera und P. Maydis; die übrigen Getreideroste: Puccinia glumarum, P. dispersa und P. simplex fehlen im subtropischen Klima des östlichen Südamerika und konnten daher hier nicht untersucht werden. Dagegen war es möglich, eine Reihe anderer Rostpilze zur Untersuchung und zum Vergleich heranzuziehen.

Die allgemeinen Vegetationsbedingungen Uruguays, insbesondere die klimatischen Verhältnisse dieses Landes habe ich bereits in meiner Vegetationsschilderung von Uruguay kurz dargestellt, worauf hier verwiesen sei[1]). Eine Darlegung der Anbauverhältnisse und der Entwicklung der Getreidepflanzen im subtropischen Klima Uruguays habe ich ebenfalls bereits an besonderer Stelle gegeben[2]).

In bezug auf das Auftreten der Getreiderostpilze im subtropischen Klima Uruguays sei hier nur erwähnt, daß dasselbe

[1]) Gaßner, G., Uruguay, I und II, Karsten-Schenck, Vegetationsbilder, XI. Reihe, Heft I—IV, 1913.

[2]) Gaßner, G., Beobachtungen und Versuche über den Anbau und die Entwicklung von Getreidepflanzen im subtropischen Klima, Jahresber. d. Vereinig. f. angew. Bot., Bd. VIII, 1910, S. 95—163.

in allen Beobachtungsjahren ein sehr regelmäßiges war. Und zwar waren Puccinia triticina und P. coronifera stets während des ganzen Jahres anzutreffen; Puccinia graminis tritt nach meinen Beobachtungen nur in der Zeit vom beginnenden Sommer bis zum beginnenden Winter auf, Puccinia Maydis nur im Hochsommer und beginnenden Herbst. Weitere Einzelheiten des Auftretens der Getreideroste im subtropischen östlichen Südamerika müssen einer besonderen Veröffentlichung vorbehalten bleiben; die folgenden Ausführungen berücksichtigen nur diejenigen Versuche und Beobachtungen, welche sich unmittelbar auf das Problem der Teleutosporenbildung der Getreideroste beziehen.

Über die Bedingungen, welche die Teleutosporenbildung der Rostpilze, insbesondere der Getreideroste einleiten, liegen abschließende Untersuchungen bisher nicht vor[1]). Vielfach werden klimatische Einflüsse auf den Pilz dafür verantwortlich gemacht, daß von einem bestimmten Zeitpunkt an keine Uredosporen, sondern Teleutosporen gebildet werden; insbesondere scheint die Beobachtung, daß die Teleutosporenbildung auf den Getreidefeldern meist in einer ganz bestimmten Jahreszeit gleichmäßig einsetzt, auf einen tatsächlichen Einfluß klimatischer Faktoren auf die Art der Sporenbildung hinzuweisen. In dem gleichen Sinne wird auch die Tatsache gedeutet, daß bestimmte Rostpilze in gewissen Klimaten überhaupt nicht zur Teleutobildung schreiten, sondern eine ständige Uredoexistenz führen. So gibt Carleton[2]) für Puccinia triticina an, daß diese Getreiderostart in Breiten unter 40° eine ständige Uredoexistenz führt, »without the intervention of any other stage«, eine Angabe, der übrigens meine Beobachtungen im La Plata Gebiet und in Südbrasilien insoweit widersprechen, als hier, d. h. in Breiten unter 40° außer der Uredobildung auch ganz regelmäßige Teleutobildung beobachtet wird. — Von anderer Seite wieder wird nicht das Klima, sondern werden bestimmte Eigentümlichkeiten und Veränderungen der inneren Organisation des

[1]) Vgl. die von Klebahn, Die wirtswechselnden Rostpilze, 1904, S. 52—53 gegebene Übersicht und Literaturangaben.

[2]) Carleton, M. A., Cereal Rusts of the United States, U. S. Dep. of Agric., Div. of veg. Phys. and Path., Bull. No. 16, 1899, S. 21.

Pilzes zur Erklärung des Beginns der Teleutosporenbildung herangezogen; Alter und Zahl der Uredogenerationen, sowie vor allem Eintreten oder Nichteintreten des Wirtswechsels sollen es sein, die den Eintritt, Umfang und die sonstigen Verhältnisse der Teleutosporenbildung bedingen. — Ganz abweichend ist die zuerst von P. Magnus[1]) vertretene Ansicht, daß weniger eine Beeinflussung der Rostpilze durch das Klima oder eines der eben angegebenen Momente für die Auslösung der Teleutosporenbildung ausschlaggebend sind, sondern daß in erster Linie das Eintreten einer gewissen »Erschöpfung« der Nährpflanze das Aufhören der Uredobildung und den Beginn der Teleutobildung bestimmt. Dieser Ansicht wurde dann zunächst von Lagerheim[2]) widersprochen, während neuerdings Morgenthaler[3]) für gewisse Rostpilze eine experimentelle Bestätigung derselben erbrachte, ohne jedoch, ebensowenig wie übrigens P. Magnus selbst dem Eintreten eines Erschöpfungsstadiums der Nährpflanze eine allgemeine gesetzmäßige Bedeutung für die Teleutobildung der Uredineen überhaupt zuzuerkennen[4]). Aus diesem Grunde wohl faßt Klebahn[5]) in seiner letzten zusammenfassenden Veröffentlichung seine Meinung in bezug auf den vorstehenden Punkt sehr vorsichtig in den Satz zusammen: »bei der Bildung der Teleutosporen, die den Uredosporen folgen, scheint wenigstens in einigen Fällen der geschwächte Zustand der Blätter eine Rolle mitzuspielen«.

Im übrigen gründet sich die von P. Magnus geäußerte Ansicht über die Bedeutung des Erschöpfungsstadiums für die Auslösung der Teleutobildung nicht auf Beobachtungen an Ge-

[1]) Magnus, P., Verzeichnis der am 15. und 16. Juni 1889 bei Tangermünde beobachteten Pilze. (Verhandl. Bot. Ver. Prov. Brandenburg Bd. XXXI, S. XXIII und XXIV).

[2]) Lagerheim, G., Über Uredineen mit variablem Pleomorphismus. Tromsö Museums Aarshefter Bd. 16, 1893, S. 113.

[3]) Morgenthaler, O., Über die Bedingungen der Teleutosporenbildung bei den Uredineen. Centralbl. f. Bakt., Par.-K. u. Infekt.-Krankh., II. Teil, Bd. 27, S. 73—92, 1910.

[4]) Morgenthaler, l. c., S. 88: »Auch die vorliegende Arbeit will nicht den Zustand der Wirtspflanze als den einzigen in Betracht kommenden Faktor aufstellen, sondern bezweckt nur, einen der zahlreichen Einflüsse, die den Entwicklungsgang eines Rostpilzes modifizieren können, näher zu untersuchen.«

[5]) Klebahn, Grundzüge der allgemeinen Phytopathologie, Berlin 1912, S. 77.

treide-, sondern an anderen Pflanzen, und ebenso sind auch die neueren Feststellungen von Morgenthaler nicht an Getreiderostpilzen gewonnen. Für diese finden wir vielmehr, soweit die Frage nach den Ursachen der Teleutobildung überhaupt aufgeworfen wird, bis in die neueste Zeit hinein anderslautende und widersprechende Angaben; für Puccinia graminis z. B. bleibt »bis jetzt« nach Jaczewski[1]) »der Grund der Bildung der Teleutosporen statt Uredosporen unbekannt; augenscheinlich spielt der Einfluß der äußeren klimatischen Verhältnisse in diesem Fall keine Rolle, und vermutlich hängt die nachfolgende Entstehung der Teleutosporen von dem Alter des Mycels ab.«

Diese Ausführungen von Jaczewski mögen sowohl an sich, wie im Vergleich mit den im obigen dargelegten sonstigen Anschauungen auf diesem Gebiete als Beispiel dafür dienen, um zu zeigen, wie wenig Bestimmtes wir bisher über die Ursachen der Teleutosporenbildung der Getreideroste wissen, und wie wünschenswert eine Bearbeitung der ganzen Frage ist. Für eine derartige Bearbeitung erschienen mir nun von vornherein die klimatischen und sonstigen Verhältnisse des La Plata Gebietes besonders geeignet. Denn hier im subtropischen Klima ist es möglich, während des ganzen Jahres Getreidepflanzen sehr verschiedener Entwicklungsstadien im Freien zur Verfügung zu haben; in den Jahren 1907/10 habe ich »kontinuierliche« Aussaatversuche in der Weise durchgeführt, daß die gleichen Getreidearten und -sorten in regelmäßigen Zeitabständen von meist 2 bis 3 Wochen zur Aussaat gelangten, so daß während des ganzen Jahres Getreidepflanzen verschiedener Entwicklungsstadien zu Rostbeobachtungszwecken zur Verfügung standen. Ein weiterer günstiger Umstand besteht darin, daß sich an diesen Pflanzen, wenigstens was Puccinia triticina und P. coronifera anbetrifft, auch während des ganzen Jahres Neubildung von Uredolagern beobachten läßt. Da nun weiter eine Neubildung von Teleutosporen der gleichen Rostarten an eben diesen Pflanzen sich nur in gewissen Jahreszeiten feststellen ließ, so müssen sich aus dem Eintreten oder Nichteintreten

[1]) Jaczewski, A. v., Studien über das Verhalten des Schwarzrostes des Getreides in Rußland. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. XX, 1910, S. 321—359.

der Teleutosporenbildung bestimmte Rückschlüsse auf die bei der Teleutosporenbildung wirksamen Faktoren erwarten lassen.

Für Puccinia triticina und P. coronifera liegen also die Verhältnisse zur Untersuchung der Teleutosporenbildung im subtropischen Klima besonders günstig; für Puccinia graminis sind sie insoweit etwas abweichend, als hier Uredo nicht während des ganzen Jahres nachgewiesen werden konnte, und fast während der ganzen Zeit, in welcher Neubildung von Uredo vorkommt, auch Neubildung von Teleuto beobachtet werden kann. Aus diesem Grunde schon empfiehlt es sich, die Teleutobildung von Puccinia graminis getrennt von derjenigen der erstgenannten Rostpilze zu behandeln; außerdem ergaben die Beobachtungen, daß die Bedingungen der Teleutosporenbildung von Puccinia graminis zwar nicht prinzipiell, aber graduell etwas verschieden sind von denjenigen von Puccinia triticina und P. coronifera.

Die Teleutosporenbildung von Puccinia triticina und Puccinia coronifera.

Die an Getreidefeldern im La Plata-Gebiet und auf den Parzellen des Versuchsfeldes Montevideo-Sayago gemachten Beobachtungen über die Teleutosporenbildung dieser beiden Rostarten scheinen auf den ersten Blick darauf hinzudeuten, daß das Einsetzen der Teleutosporenbildung direkt durch klimatische Faktoren bedingt wird. Es zeigte sich nämlich, daß im allgemeinen das Frühjahr und der beginnende Sommer die stärkste und regelmäßigste Teleutosporenbildung aufweisen, jedoch findet eine solche auch noch in der zweiten Sommerhälfte sowie im Herbst statt. Im Gegensatz dazu konnte im Winter, vor allem in den Monaten Juli und August, keine oder fast keine Teleutosporenbildung festgestellt werden. Neubildung von Uredolagern war dagegen auch in diesen Monaten regelmäßig zu beobachten.

Auf Grund dieser Feststellungen konnte es keinem Zweifel unterliegen, daß dem Klima eine gewisse Bedeutung bei der Frage der Teleutosporenbildung zukommt; da jedoch in weiteren Beobachtungen festgestellt wurde, daß zur gleichen Zeit neben Parzellen mit sich vollziehender Teleutosporenbildung

regelmäßig auch solche mit ausschließlicher Uredosporenbildung vorkommen, so ergab sich ebenso unzweifelhaft, daß eine einfache Beziehung zwischen Klima und Teleutosporenbildung nicht vorliegen kann. In der Tat zeigt die nähere Betrachtung der einzelnen Versuche und Beobachtungen, daß die Wirkung des Klimas nicht oder doch nicht in der Hauptsache in einer direkten Einwirkung auf den Rostpilz besteht, sondern sich auf dem Umweg über die Nährpflanze, d. h. durch eine Beeinflussung der Entwicklung der Getreidepflanzen vollzieht.

Am lehrreichsten in dieser Beziehung war das Verhalten der Getreiderostpilze in den weiter oben bereits erwähnten kontinuierlichen Aussaatversuchen. Die in regelmäßigen Zeitabständen vorgenommenen Aussaaten erfüllten den beabsichtigten Zweck, gleichzeitig Pflanzen verschiedener Entwicklungsstadien zur Verfügung zu haben; es konnten also an dem gleichen Ablesungstage, d. h. unter jeweils klimatisch gleichen Verhältnissen, Pflanzen sehr verschiedener Entwicklungsstadien zur Beobachtung herangezogen werden. Durch entsprechende Infektionen, nämlich Hineinpflanzen älterer Uredo-tragender Pflanzen in die frisch ausgesäten Versuchsparzellen war dafür Sorge getragen, daß bei jeder einzelnen Aussaat bereits die jungen Keimpflänzchen möglichst bald infiziert wurden; die Pflanzen zeigten dann meist wenige Wochen nach erfolgtem Auflaufen einen regelmäßigen, in den einzelnen Fällen verschieden starken Rostbefall, und zwar zunächst und unabhängig von jeder Jahreszeit Uredolager; erst nach einer in den einzelnen Fällen verschieden langen Dauer der Uredogeneration traten die ersten Teleutolager auf.

Dieses Einsetzen der Teleutosporenbildung soll nun zunächst betrachtet werden. In der folgenden Tabelle gebe ich als erstes Beispiel eine Zusammenstellung von Beobachtungen über den Beginn der Teleutosporenbildung von Puccinia triticina auf 2 deutschen Sommerweizensorten: Heines Kolben Sommerweizen und Rimpaus Rotem Schlanstedter Sommerweizen, beide nebeneinander auf dem Versuchsfeld Montevideo-Sayago zur Aussaat gebracht. Um von der verschieden schnellen Entwicklung dieser beiden Sommerweizen einen Begriff zu geben, habe ich in der folgenden Tabelle auch den die

Entwicklungsgeschwindigkeit der Getreidepflanzen am meisten charakterisierenden Zeitpunkt des Ausschossens der Ähren wiedergegeben. Während sich im Einsetzen der Teleutosporenbildung zwischen den beiden Weizensorten teilweis sehr weitgehende Unterschiede bemerkbar machen, waren die ersten Uredoinfektionen an den jungen Pflänzchen gleichzeitig auf beiden Sorten erfolgt; auch dieses Datum ist in der folgenden Tabelle (s. S. 72) enthalten und gilt also für beide Sorten in gleicher Weise.

Die Ablesungen erfolgten in der Weise, daß an bestimmten Beobachtungstagen an allen vorhandenen Versuchsparzellen der Rostbefall festgestellt und notiert wurde. Zwischen diesen Beobachtungstagen liegen im allgemeinen keine Ablesungen.

Vergleichen wir in der umstehenden Tabelle den Zeitpunkt des Beginns der Teleutosporenbildung mit dem Datum des Ausschossens der betreffenden Getreidepflanzen, so finden wir, daß die Bildung der Teleutosporen regelmäßig vor dem Ausschossen der Ähren einsetzt. Der Zeitunterschied zwischen Beginn der Teleutosporenbildung und Ausschossen ist allerdings nicht immer der gleiche; er beträgt im Frühjahr (Oktober) etwa 3—4 Wochen und sinkt im Hochsommer (Jan.-Febr.) auf den Betrag von etwa 1 Woche. Hierbei muß nun aber berücksichtigt werden, daß der Vegetationsverlauf im Frühjahr ein etwas anderer, vor allem ein ungleich langsamerer ist als im Hochsommer. Tragen wir diesem Umstande Rechnung, so haben wir also beim Einsetzen der Teleutosporenbildung im Frühjahr annähernd das gleiche Entwicklungsstadium der Getreidepflanzen wie im Hochsommer; mit anderen Worten: der Beginn der Teleutosporenbildung von Puccinia triticina ist an das Eintreten eines ganz bestimmten Entwicklungsstadiums der Nährpflanze gebunden; dieses Entwicklungsstadium ist das Stadium kurz vor dem Hervorschossen der Ähren.

Es geht das aus allen Einzelheiten der Tabelle hervor; hingewiesen sei vor allem noch auf die Tatsache, daß sich auch die in Verschiedenheiten der Entwicklungsgeschwindigkeit zum Ausdruck bringenden Sortenunterschiede zwischen Heines Kolben Sommerweizen und Rimpaus Rotem Schlanstedter in einem verschiedenen Einsetzen der Teleutosporenbildung auf

Tabelle I. Beginn der Teleutosporenbildung von Puccinia triticina auf Heines Kolben-Sommerweizen und Rimpaus Rotem Schlanstedter Sommerweizen [kontinuierliche Aussaatversuche auf dem Versuchsfeld Montevideo-Sayago, März 1909 bis April 1910[1]].

Datum der Saat	Erste Beobachtung von Uredolagern[2]	Heines Kolben-Sommerweizen		Rimpaus Roter Schlanstedter Sommerweizen	
		Datum des Schossens	Beginn der Teleutobildung[3]	Datum des Schossens	Beginn der Teleutobildung[3]
22. März 09	12. April	Ende Oktober 1909	zwischen 21. Sept. und 8. Okt.	Ende Oktober 1909	zwischen 21. Sept. u. 8. Okt.
1. April	10. Mai	Ende Oktober	zwischen 21. Sept. und 8. Okt.	Ende Oktober	zwischen 21. Sept. u. 8. Okt.
27. April	16. Juni	Ende Oktober	(zwisch. 21. Sept. u.) 8. Okt.[4]	Ende Oktober	(zwisch. 21. Sept. u.) 8. Okt.[4]
5. Mai	16. Juni	Ende Oktober	zwischen 8. und 19. Okt.	Ende Oktober	zwischen 8. und 19. Oktober
15. Juli	10. Sept.	Mitte November	zwischen 26. Okt. und 3. Nov.	Mitte November	zwischen 26. Okt. u. 3. Nov.
30. Juli	10. Sept.	Mitte November	zwischen 26. Okt. und 3. Nov.	Mitte November	(zwisch. 26. Okt. u.) 3. Nov.[4]
17. Aug.	21. Sept.	ca. 27. November	zwischen 3. und 26. Nov.	ca. 2. Dezember	zwischen 3. und 26. November
31. Aug.	8. Okt.	ca. 2. Dezember	(zwischen 3. und) 26. Nov.[4]	ca. 9. Dezember	zwischen 26. Nov. u. 4. Dez.
21. Sept.	19. Okt.	ca. 12. Dezember	zwischen 26. Nov. und 4. Dez.	ca. 21. Dezember	(zwisch. 26. Nov. u.) 4. Dez.[4]
7. Okt.	3. Nov.	ca. 18. Dezember	zwischen 4. und 11. Dez.	ca. 28. Dezember	zwischen 11. und 24. Dez.
21. Okt.	26. Nov.	ca. 1. Januar 1910	zwischen 11. und 24. Dez.	ca. 10. Januar 1910	zwischen 24. und 30. Dez.
5. Nov.	26. Nov.	ca. 8. Januar	zwischen 30. Dez. und 5. Jan.	ca. 22. Januar	zwischen 10. und 19. Januar
19. Nov.	11. Dez.	Ende Januar	zwischen 19. und 29. Jan.	Nicht z. Schoss. gekomm. od. Ende Febr. i. Schoss. steck. geblieb. u. dann abgestorb.	zwischen 9. und 16. Februar
4. Dez.	30. Dez.	ca. 20. Februar	zwischen 9. und 16. Febr.	Versuch am 25. April 1910 abgebrochen, bis zu dieser Zeit nicht geschoßt	zwischen 11. und 25. April
22. Dez.	10. Jan.	ca. 11. März	zwischen 16. Febr. u. 2. März	do.	bis 25. April keine Teleutobild.
5. Jan. 1910	29. Jan.	Anfang April	zwischen 11. und 17. März	do.	do.
1. Febr.	2. März	(Mai?) Vers. am 25. Apr. vorzeit. abgebroch., Pflanzen zu dieser Zeit dicht vor Schossen, dürften im Mai sehr regelmäß. ausschossen	(zwisch. 25. März u.) 11. Apr.[4]	do.	do.
15. Febr.	17. März	Vers. am 25. Apr. vorzeitig abgebr., Pflanzen ca. 30 cm hoch, noch nicht geschoßt	bis 25. April keine Teleutobildung	do.	do.
Mitte März	25. April	Versuch am 25. April vorzeitig abgebrochen	bis 25. April keine Teleutobildung	do.	do.

[1]) Entwicklungsstadium der Nährpflanze und Rostbefall wurde an folgenden Beobachtungstagen festgestellt: **1909**: 30. III.; 12., 20. IV.; 1., 10., 28. V.; 16. VI.; 1., 14., 26. VII.; 4., 11., 29. VIII.; 10., 21. IX.; 8., 19., 26. X.; 3., 26. XI.; 4., 11., 24., 30. XII.; **1910**: 5., 10., 19., 29. I.; 9., 16. II.; 2., 11., 17., 25. III.; 11., 25. IV.

[2]) An den vorherliegenden Ablesungstagen, die aus Anmerkung 1 zu ersehen sind, waren die Pflanzen frei von Puccinia triticina.

[3]) An dem zuerst genannten Beobachtungstag wurde noch ausschließlich Uredo, an dem zweiten Beobachtungstag außer Uredo auch beginnende Teleutobildung festgestellt.

[4]) Die Klammer bedeutet, daß der Beginn der Teleutosporenbildung erst unmittelbar vor dem außerhalb der Klammer stehenden Datum eingesetzt hat.

den beiden Weizensorten bemerkbar machen. Am auffallendsten sind die Unterschiede im beginnenden Herbst: während der am 22. Dezember, 5. Januar und 1. Februar gesäte Heines Kolben Weizen im Herbst schoßt und dementsprechend vorher Teleuto triticina aufweist, kommt der gleichzeitig gesäte und vom gleichen Tage an Uredo triticina zeigende Rimpaus Rote Schlanstedter bis zum Schluß des Versuches (25. April) nicht zum Schossen und damit die auf ihm befindliche Uredo triticina auch nicht zur Teleutosporenbildung.

Alle sonstigen Beobachtungen der Jahre 1907/10, sowohl an Pflanzen des Versuchsfeldes wie an Getreidefeldern oder wild wachsenden Weizen-Pflanzen im La Plata-Gebiet zeigten in gleicher Weise, daß die Teleutosporenbildung von Puccinia triticina in der oben angegebenen Weise vom Entwicklungsstadium der Nährpflanze abhängig ist; auf eine nicht ohne weiteres mit den bisherigen in Einklang zu bringende Beobachtung soll erst später eingegangen werden. Im übrigen ergaben sich keine Ausnahmen, insbesondere spielten Sortenunterschiede keine Rolle. So wurden am 5. Mai 1909 gleichzeitig insgesamt 27 verschiedene deutsche Weizensorten auf dem Versuchsfeld Montevideo-Sayago ausgesät. Je nach ihrem Charakter als Sommer- oder Winterweizen schoßten und blühten diese Weizensorten in sehr verschiedenen Zeiten, die ersten Sommerweizen Mitte Oktober, die letzten Winterweizen Anfang Dezember. Genau entsprechend setzte die Teleutosporenbildung bei den ersteren Ende September, bei den zuletzt schossenden Winterweizen dagegen erst Mitte November ein. Das Auftreten der ersten Uredolager hatte, worauf noch hingewiesen sei, bei allen Sorten gleichmäßig im Juni stattgefunden, kann also zur Erklärung der ungleichmäßigen Teleutobildung nicht herangezogen werden. —

In derselben Weise wie für Puccinia triticina ließ sich auch für Puccinia coronifera ein Zusammenhang zwischen Beginn der Teleutosporenbildung und dem durch das Ausschossen charakterisierten Entwicklungszustand der Nährpflanze feststellen. Ganz klar ergab sich das für einen gegen Puccinia coronifera ziemlich widerstandsfähigen, im La Plata-Gebiet vielfach angebauten Landhafer, den ich hier kurz als

»Uruguayhafer« bezeichne. Über das erste Auftreten von Uredo und Teleuto coronifera auf den zu verschiedenen Zeitpunkten gesäten Parzellen berichtet die folgende Zusammenstellung.

Tabelle II.

Beginn der Teleutosporenbildung von Puccinia coronifera auf Uruguay-Hafer.

[Aussaaten vom 1. Apr. bis 4. Dez. 1909 auf dem Versuchsfeld Montevideo-Sayago[1].]

Datum der Saat	Erste Beobachtung von Uredolagern[2])	Datum des Schossens	Beginn der Teleutobildung
1. April 1909	10. Mai	Zweite Hälfte des Okt.	zwischen 19. und 26. Okt.
27. April	15. Juni	Ende Oktober	zwischen 19. und 26. Okt.
5. Mai	15. Juni	Ende Oktober	zwischen 19. und 26. Okt.
15. Juli	21. September	ca. 5. November	(zwisch. 26. Okt. u.) 3. Nov.[4])
30. Juli	8. Oktober	ca. 10. November	zwischen 3. und 26. Nov.
17. August	8. Oktober	ca. 10. November	zwischen 3. und 26. Nov.
31. August	26. Oktober	ca. 15. November	zwischen 3. und 26. Nov.
21. September	3. November	ca. 26. November	(zwischen 3. und) 26. Nov.[4])
7. Oktober	26. November	ca. 11. Dezember	zwischen 10. und 24. Dez.
21. Oktober	26. November	Ende Dez. (unregelmäßig geschoßt)	zwischen 24. und 29. Dez.
5. November	4. Dezember	Ende Dez. bis Anfang Jan. (unregelmäßig geschoßt)	zwischen 24. und 29. Dez.
19. November	10. Dezember	Ende Jan. (ziemlich regelmäßig geschoßt)	zwischen 25. Jan. u. 2. Febr.
4. Dezember	29. Dezember	Im Laufe des März äußerst unregelmäßig geschoßt	zwischen 2. und 9. März

[1]) Entwicklungsstadium der Nährpflanze und Rostbefall wurden an folgenden Beobachtungstagen festgestellt: **1909:** 12., 20. IV.; 1., 10., 28. V.; 15. VI.; 1., 13., 22. VII.; 4., 11., 29. VIII.; 10., 21. IX.; 8., 19., 26. X.; 3., 26. XI.; 4., 10., 24., 29. XII.; **1910:** 3., 8., 14., 25. I.; 9., 16. II.; 2., 9., 17., 25. III.; 11., 25. IV.

[2]) An den vorherliegenden Ablesungstagen, die aus Anmerkung 1 zu ersehen sind, waren die Pflanzen frei von Puccinia coronifera.

[3]) An dem zuerst genannten Beobachtungstag wurde noch ausschließlich Uredo, an dem zweiten Beobachtungstag außer Uredo auch beginnende Teleutobildung festgestellt.

[4]) Die Klammer bedeutet, daß der Beginn der Teleutosporenbildung erst unmittelbar vor dem außerhalb der Klammer stehenden Datum eingesetzt hat.

Der anfänglichen Uredobildung folgt also auch hier stets in einem bestimmten Entwicklungsstadium der Nährpflanze die Teleutobildung. Und zwar ist es nicht, wie bei Puccinia triticina auf Weizen das Entwicklungsstadium kurz vor dem Ausschossen, in welchem die erste Teleutosporenbildung er-

folgt, sondern bei Puccinia coronifera auf Uruguayhafer fällt der Beginn der Teleutosporenbildung meist annähernd mit dem Zeitpunkt des Ausschossens zusammen.

Weit unübersichtlicher gestaltete sich nun die Teleutosporenbildung von Puccinia coronifera auf Hafersorten mitteleuropäischen Ursprungs bei Anbau in Uruguay. Es seien daher im folgenden die Beobachtungen an einer deutschen Hafersorte (Hafer Beseler II) während der Jahre 1907/10 zusammengestellt. Die übrigen deutschen und mitteleuropäischen Sorten zeigten annähernd das gleiche Bild; sie stimmen mit Hafer Beseler II auch in dem zeitweis äußerst starken und die Pflanzen direkt abtötenden Auftreten von Puccinia coronifera überein, während der oben erwähnte Uruguayhafer gegen diese Rostart ungleich widerstandsfähiger war.

Das jeweilige Datum des ersten Auftretens von Uredo coronifera ist in der folgenden Tabelle nicht mit aufgenommen; es genügt der Hinweis, daß in allen Versuchen und Aussaaten bereits die jungen Keimpflanzen einen mehr oder minder starken Befall durch Uredo coronifera aufwiesen.

Auf Grund der in Tabelle III (s. S. 76 bis 79) gegebenen Zusammenstellung lassen sich in der Teleutosporenbildung von Puccinia coronifera auf deutschen Hafersorten folgende extreme Fälle unterscheiden:

1. Es tritt überhaupt keine Teleutosporenbildung ein (z. B. Aussaat vom 25. April 1907, 25. Februar 1909). In diesem Fall war die Schädigung der Haferpflanzen durch Puccinia coronifera so stark, daß sie überhaupt nicht zum Schossen und Blühen kamen. Mit der Unterdrückung des Schossens der Nährpflanze wurde also auch die Teleutosporenbildung des Rostpilzes unterdrückt.

2. Es tritt eine regelmäßige Teleutobildung ein, deren Beginn eine oder einige wenige Wochen vor dem Ausschossen der Haferpflanzen stattfindet. (Aussaaten von Mitte Dezember 1907, 28. Dezember 1908, 21. September 1909 bis 5. Januar 1910.) In diesem Fall ermöglicht sowohl die warme Jahreszeit wie auch der relativ geringe Befall durch Puccinia coronifera ein mehr oder minder regelmäßiges Schossen, Blühen und Reifen. Die Teleutosporenbildung setzt dann in dem Stadium

Tabelle III.

Beginn der Teleutosporenbildung von Puccinia coronifera auf Hafer Beseler II.

(Kontinuierliche Aussaatversuche auf dem Versuchsfeld Montevideo-Sayago, 1907—1910.)

Datum der Saat	Datum und Art des Schossens der Haferpflanzen	Beginn der Teleutosporenbildung	Bemerkungen
13. März 1907	Alle Pflanzen durch Rost im Laufe des Winters und Frühjahrs abgetötet, bevor sie zum Schossen kamen. Anfang Nov. keine lebenden Pflanzen mehr.	Mitte Juni 1907	In den folgenden Monaten keine oder fast keine Neubildung von Teleuto, sondern nur Uredo. Erst Mitte Oktober wurde wieder Neubildung von Teleuto beobachtet.
25. April 1907	Nicht geschoßt, da durch Rost Anfang November 1907 fast völlig vernichtet.	—	Beobachtet bis Ende November 1907, bis zu dieser Zeit nur Uredo, keine Teleuto.
2. Juli 1907	Ein kleiner Teil der Halme im Laufe des November 1907 geschoßt, bei weitem der größte Teil durch Rost vorzeitig vernichtet.	Zwischen 15. und 20. Oktober 1907	Teleutosporenbildung auch in den folgenden Wochen sehr unregelmäßig, die Blätter wurden meist durch Uredo coronifera abgetötet und vertrocknen ohne vorherige Teleutobildung.
Mitte Dez. 1907	Ende Februar 1908 ziemlich regelmäßig geschoßt.	Zwischen 1. u. 12. Februar 1908	Von Ende Februar bzw. Anfang März an starke Teleutosporenbildung.
19. Mai 1908	Beobachtet bis 5. November 1908, bis zu dieser Zeit nicht geschoßt, Pflanzen durch Rost so gut wie vernichtet.	—	Beobachtet bis 5. November 1908, bis zu dieser Zeit nur Uredo, nirgends Teleuto.
8. Juni 08	do.	—	do.
10. Juli 08	do.	—	do.
5. Sept. 1908	Mitte Dezember 1908 geschoßt.	Beobachtung fehlt	Beobachtet bis 5. November 1908, bis zu dieser Zeit nur Uredo, keine Teleuto.
28. Dez. 1908	Im Spätsommer regelmäßig geschoßt, Datum nicht mehr feststellbar	Beobachtung fehlt	Mitte März 1909 nicht unbedeutend, Ende März überwiegend, Ende April fast ausschließlich Teleuto.

Tabelle III (Fortsetzung).

Datum der Saat	Datum und Art des Schossens der Haferpflanzen	Beginn der Teleutosporenbildung	Bemerkungen
30. Januar 1909	Durch Rost Ende Juni 1909 abgetötet, bevor die Pflanzen geschoßt hatten. Der äußerst starke Rostbefall setzte Anfang April ein, zu welcher Zeit die Pflanzen dicht vor dem Schossen standen.	Zwischen 22. und 30. März 1909	In den folgenden Monaten bis zum Absterben der Pflanzen ganz überwiegende Uredobildung, fast gar keine Teleutobildung.
25. Febr. 1909	Nicht geschoßt, durch Rost im Laufe des Winters und beginnenden Frühjahrs abgetötet.	—	Bis zum Absterben der Pflanzen (Anfang Oktober 1909) keine Teleutobildung beobachtet.
22. März 1909	Durch Rost fast völlig vernichtet, einige wenige Halme schossen im Oktober 1909 und noch später.	Zwischen 29. Aug. u. 10. Sept. 1909	Teleutosporenbildung in den folgenden Wochen sehr schwach und unregelmäßig.
1. April 09	do.	do.	do.
27. April 1909	Durch Rost fast völlig vernichtet, einige wenige Halme schossen Ende Oktober 1909 und noch später.	Zwischen 21. Sept. u. 8. Okt. 1909	do.
5. Mai 1909	Durch Rost fast völlig vernichtet, einige wenige Halme schossen im November.	Zwischen 8. und 19. Okt. 1909	do.
15. Juli 1909	do.	Zwischen 26. Okt. u. 3. Nov. 1909	do.
30. Juli 1909	Der kleinere Teil schoßt Ende November / Anfang Dezember, der größere Teil, durch Rost vernichtet, kommt nicht dazu, sondern stirbt vorher ab.	do.	do.
17. August 1909	Ein Teil schoßt Anfang Dezember 1909, der größere Teil kommt wegen Rost nicht zum Schossen.	do.	Teleutosporenbildung bis Anfang Dezember sehr schwach, von da an stärker werdend.

Tabelle III (Fortsetzung).

Datum der Saat	Datum und Art des Schossens der Haferpflanzen	Beginn der Teleutosporenbildung	Bemerkungen
31. August 1909	Etwa am 10. Dezember 1909 regelmäßig geschoßt, vorher durch Rost stark gelitten.	Zwischen 26. Okt. u. 3. Nov. 1909	Von Anfang Dezember an regelmäßig Teleutosporenbildung.
21. Sept. 1909	Mitte Dezember 1909 regelmäßig geschoßt, trotz anfänglich starkem Rostbefall.	Zwischen 26. Nov. u. 4. Dez. 1909	Von Mitte Dezember an regelmäßige Teleutosporenbildung, Mitte Januar 1910 nur Teleuto.
7. Oktober 1909	20. Dezember 1909 ziemlich regelmäßig geschoßt.	Zwischen 4. und 10. Dez. 1909	Von Mitte Dezember an regelmäßige Teleutosporenbildung, Ende Januar 1910 nur Teleuto.
21. Oktober 1909	Anfang Januar 1910 ziemlich regelmäßig geschoßt.	Zwischen 10. und 24. Dez. 1909	In den folgenden Wochen regelmäßige Teleutobildung, Anfang Februar nur Teleuto.
5. Nov. 1909	do.	Zwischen 29. Dez. 09 u. 3. Jan. 10	do.
19. Nov. 1909	25. Januar 1910 ziemlich regelmäßig geschoßt.	Zwischen 14. und 25. Jan. 1910	In den folgenden Wochen regelmäßige Teleutobildung, Ende Februar fast nur Teleuto.
4. Dez. 1909	Mitte Februar 1910 unregelmäßig geschoßt, weniger durch Rost als durch Heuschrecken und Hitze stark gelitten.	Zwischen 25. Jan. u. 9. Febr. 1910	In den folgenden Wochen regelmäßige Teleutobildung, Ende März nur Teleuto.
22. Dez. 1909	Anfang März 1910 ziemlich regelmäßig geschoßt.	Zwischen 9. und 16. Febr. 1910	In den folgenden Wochen regelmäßige Teleutobildung, Ende April fast nur Teleuto.
5. Januar 1910	Etwa 1. April 1910 unregelmäßig schossend.	Zwischen 9. und 17. März 1910	In den folgenden Wochen Zunahme der Teleutobildung, aber am Schluß des Versuches (25. April 10) noch sehr viel Uredo vorhanden.
1. Februar 1910	Versuch am 25. April 1910 vorzeitig abgebrochen. Pflanzen kolossal stark rostig, vollständig braun, absterbend, dürften, obwohl dicht davor, auf keinen Fall zum Schossen kommen.	Zwischen 25. März u. 11. April 1910	Am Schluß des Versuches (25. April 1910) nicht unbedeutende Teleutobildung, aber Uredo bei weitem überwiegend.

Tabelle III (Fortsetzung).

Datum der Saat	Datum und Art des Schossens der Haferpflanzen	Beginn der Teleutosporenbildung	Bemerkungen
15. Februar 1910	Versuch am 25. April 1910 vorzeitig abgebrochen. Pflanzen kolossal stark rostig, vollständig braun, absterbend, dürften auf keinen Fall zum Schossen kommen.	Zwischen 11. und 25. April 1910	Am 25. April 1910 ganz schwache Teleutobildung, dagegen äußerst starker Uredobefall.
Mitte März 1910	Versuch am 25. April 1910 vorzeitig abgebrochen.	—	Bis 25. April 1910 keine Teleutobildung beobachtet.

kurz vor dem Ausschossen der Haferpflanzen ein, ähnlich wie die Teleutobildung von Puccinia triticina auf Weizen.

Diese beiden Fälle stehen durchaus in Einklang mit den bisherigen Feststellungen über den Einfluß des Entwicklungsstadiums der Nährpflanze auf die Auslösung der Teleutobildung. Scheinbare Unregelmäßigkeiten ergeben sich aber dann, wenn ein sehr starker Rostbefall das Schossen nicht völlig oder dauernd verhindert, sondern nur in unbestimmter Weise hinauszögert. Die von Uredo coronifera braunen Pflanzen stehen dann oft wochenlang auf demselben Stadium, machen anscheinend Anstalten zum Schossen, leiden dann aber wieder unter Rost so stark, daß sie den Prozeß des Schossens nicht zu Ende führen können. In diesem Fall kann Teleutobildung beobachtet werden, ohne daß die Pflanzen zunächst zum Schossen schreiten, indem das Schossen wohl eingeleitet, die Pflanze dann aber so geschwächt wird, daß sie doch nicht zum Schossen kommt. Besonders lehrreich sind auch gewisse Beobachtungen des Winters 1907. Der am 13. März 1907 gesäte Hafer zeigte im Beginn seiner Entwicklung zunächst sehr stark Uredo coronifera, von Ende Mai an, mit dem Eintritt kühleren Wetters ein wenig schwächer. Anfang Juni trat plötzlich anormal warmes Wetter ein und im unmittelbaren Anschluß daran wurde beginnende Teleutosporenbildung beobachtet. In den folgenden Monaten war dann entweder das winterliche Klima, d. h. die niederen Temperaturen oder der sehr starke Rostbefall dem Schossen

dauernd ungünstig, so daß ein Schossen überhaupt nicht erfolgte. In Übereinstimmung damit wurde in den folgenden Monaten Juli bis September keine oder fast keine Neubildung von Teleuto, sondern wiederum nur Uredo beobachtet. Die Mitte Juni beobachtete schwache Teleutobildung dürfte also mit hoher Wahrscheinlichkeit so zu erklären sein, daß das plötzlich einsetzende warme Wetter die Pflanze zum ersten Beginn des Schoßprozesses veranlaßte, dieser Prozeß dann aber wegen der kurz darauf beginnenden Verschlechterung der Lebensbedingungen der Haferpflanzen nicht zu Ende geführt werden konnte. Die einsetzende Teleutosporenbildung wäre also hier sozusagen ein Indikator für gewisse Vorgänge in der Wirtspflanze, die sich dem Beobachter sonst kaum verraten.

So ergibt auch im vorliegenden Fall die genauere Betrachtung der ganzen Umstände, daß eine Ausnahme von der Regel: Einsetzen der Teleutosporenbildung bei Eintreten eines bestimmten und stets gleichen Entwicklungsstadiums der Nährpflanze nicht vorliegt.

Aus dieser Gesetzmäßigkeit heraus erklärt sich nun zunächst ohne weiteres die oben bereits erwähnte Tatsache, daß Teleutobildung von Puccinia coronifera und triticina auf Getreidefeldern bzw. den Parzellen des Versuchsfeldes nicht während des ganzen Jahres, sondern nur in gewissen Jahreszeiten, vor allem im Frühjahr zu beobachten war. Zunächst sei noch darauf hingewiesen, daß eine einmal eingeleitete Teleutosporenbildung — normales Schossen, Blühen und Reifen des Getreides vorausgesetzt — in den folgenden Wochen einen gleichmäßigen steten Fortgang nimmt, bis spätestens mit einsetzender Vollreife der Getreidepflanzen überhaupt keine Uredolager mehr existieren. Der Beginn der Teleutosporenbildung fällt also in das Entwicklungsstadium kurz vor dem Schossen, die Fortsetzung und das Ende in die älteren Stadien der Nährpflanze. Dementsprechend kann eine Teleutosporenbildung natürlich nicht in denjenigen Jahreszeiten beobachtet werden, in welchen aus klimatischen oder sonstigen Gründen schossende oder ältere Pflanzen nicht vorhanden sind; es ist das im La Plata-Gebiet im allgemeinen der Winter. Im Frühjahr und beginnenden

Sommer andererseits, wo die Zahl der schossenden und reifenden Getreidepflanzen ihr Maximum erreicht, muß auch die Teleutosporenbildung ihren Höhepunkt aufweisen. So erklärt sich die abwechselnd stärkere und schwächere, oder ganz fehlende Teleutobildung im Wechsel der Jahreszeiten nicht durch eine direkte Beeinflussung der Rostpilze durch klimatische Faktoren, sondern auf dem Umweg einer Beeinflussung der Entwicklung der Nährpflanze durch das Klima.

Der subtropische Winter Uruguays wirkt also in der Weise, daß er das Schossen der Pflanzen und damit die Teleutosporenbildung bis in das beginnende Frühjahr hinauszögert. Leitet man in geeigneter Weise das Schossen der Pflanzen im Winter ein, so kann man auch in dieser Jahreszeit Teleutosporenbildung erzwingen. Ich habe derartige Versuche im Winter 1909 mit Heines Kolben Sommerweizen in sehr einfacher Weise so durchgeführt, daß die zu diesem Zweck eingetopften Pflanzen während der Nacht der Einwirkung der niederen nächtlichen Temperaturen entzogen wurden, indem die am Tage im Freien befindlichen Pflanzen von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang in ein ungeheiztes Zimmer des Institutes eingestellt wurden. Während die nicht so behandelten Pflanzen erst Ende Oktober schoßten, und in den ersten Tagen des Oktober den Beginn der Teleutobildung von Puccinia triticina zeigten, ließen sich an den in der angegebenen Weise behandelten Versuchspflanzen die ersten Bildungen von Teleutosporen bereits Anfang August, also mitten im Winter beobachten.

Man kann übrigens im La Plata-Gebiet zuweilen auch an frei wachsenden Getreidepflanzen mitten im Winter Teleutosporenbildung beobachten. So weit nicht besondere klimatische Verhältnisse (vgl. das oben erwähnte Beispiel des Verhaltens von Puccinia coronifera im Winter 1907), vor allem ein plötzliches Ansteigen der Temperatur, dafür verantwortlich zu machen sind, handelt es sich bei den Teleutosporenbildung zeigenden Pflanzen fast ausschließlich um solche, denen eine besonders geschützte Lage die Möglichkeit des Schossens und damit den Rostpilzen die Möglichkeit der Teleutosporenbildung bot.

Es kann natürlich kein Zufall sein, wenn der Beginn der

Teleutosporenbildung dicht vor den Beginn des Ausschossens der Getreidepflanzen oder mit diesem zusammenfällt. Eine nähere Betrachtung des Verlaufes der Teleutosporenbildung an einer einzelnen Pflanze gibt uns Aufschluß über diesen inneren Zusammenhang.

Die Teleutosporenbildung von Puccinia coronifera und P. triticina beginnt regelmäßig an den älteren Blattspreiten und schreitet dann allmählich nach oben vor, so daß das oberste, jüngste Blatt zuletzt von der Uredo- zur Teleutobildung übergeht. In derselben Reihenfolge vollzieht sich die Teleutosporenbildung an den Blattscheiden und Stengelteilen, wobei zu bemerken ist, daß die Blattscheiden später als die zugehörigen Blattspreiten die ersten Teleutolager zeigen. Die Reihenfolge an den einzelnen Teilen ist also im allgemeinen folgende:

Unterste Blattspreiten;
Blattspreiten der mittleren Blätter und unterste Blattscheiden;
Oberste Blattspreiten und mittlere Blattscheiden;
Oberste Blattscheiden (und eventl. Halmteile).

Dieses Bild des Verlaufs der Teleutosporenbildung vollzieht sich je nach der Jahreszeit verschieden schnell, im Frühjahr langsamer als im Hochsommer; es vollzieht sich aber in allen Fällen in der gleichen Reihenfolge und zeigt so völligen Parallelismus zur Entwicklung der Pflanze selbst. In derselben Ordnung, in welcher die Stoffabwanderung aus den Blättern nach dem Halme, aus dem Halme nach dem Fruchtstand erfolgt, und damit in der Reihenfolge von unten nach oben die einzelnen Teile der Pflanze funktionslos werden und dies durch Entfärbung kenntlich machen, genau in derselben Ordnung vollzieht sich der Verlauf der Teleutosporenbildung. Die Übereinstimmung geht so weit, daß sich nicht nur Unterschiede zwischen Blattspreite und Blattscheide, sondern z. B. auch die feineren Unterschiede zwischen Blattober- und Blattunterseite in Verschiedenheiten der Teleutobildung bemerkbar machen. Im Stadium der Milchreife kann man z. B. an den jüngeren Blättern von Weizenpflanzen häufig beobachten, daß die Blattoberseite noch grün ist, während sich die Unterseite bereits gelblich verfärbt hat; in Übereinstimmung damit steht die Beobachtung, daß die Teleutobildung auf der Blattoberseite meist einige Tage später stattfindet als auf der Blattunterseite.

Dieser völlige Parallelismus zwingt zu der Annahme, daß der Eintritt der Teleutosporenbildung durch das Fortwandern der Assimilationsprodukte und sonstigen für die Fruchtbildung der Nährpflanze wichtigen Stoffe bedingt wird, also, um den von P. Magnus[1]) gewählten Ausdruck zu gebrauchen, an eine Erschöpfung der Nährpflanze gebunden ist. Da nun weiter dieses Fortwandern sich zuerst in den untersten Blattspreiten einstellt, und zwar annähernd in der Zeit oder kurz vor der Zeit, in welcher die Pflanze ausschoßt, so liegt hierin die Erklärung, warum Beginn der Teleutosporenbildung und Schossen der Nährpflanze in zeitlichem Zusammenhang stehen. Dieser Zusammenhang zwischen Entwicklungszustand der Nährpflanze und ihrer Teile einerseits und der Teleutosporenbildung andererseits ist so offenkundig und gesetzmäßig — ich habe ihn auch jetzt in Deutschland hundertfältig feststellen können —, daß ich mich immer gewundert habe, daß er den zahlreichen Beobachtern der Getreiderostpilze bisher entgangen ist. Es muß das um so mehr Verwunderung erregen, als sich in den bisherigen Veröffentlichungen vielfach Tatsachen angeführt finden, die auf einen solchen Zusammenhang mit Notwendigkeit hinweisen müßten. So deuten vor allem die in den verschiedenen Veröffentlichungen anzutreffenden Abbildungen auf Beziehungen zwischen Teleutosporenbildung und Entwicklungsstadium der betreffenden Pflanzenteile; ich verweise auf die Abbildungen in Eriksson und Henning[2]) »Getreideroste«, noch mehr auf die sehr schönen, von H. Sjöberg und J. Eriksson[3]) nach der Natur gezeichneten Habitusbilder der verschiedenen Braunrostformen (Puccinia dispersa, P. triticina, P. bromina, P. agropyrina, P. holcina, P. triseti), wo jedes Mal die Uredolager auf kräftig grünen, die Teleutolager aber auf vergilbenden oder vergilbten Pflanzenteilen zur Darstellung gelangt sind. Trotzdem finden wir den Gedanken einer Abhängigkeit der Teleutosporenbildung vom Entwicklungsstadium

[1]) Magnus, P., Verzeichnis der am 15. und 16. Juni 1889 bei Tangermünde beobachteten Pilze. Verhandl. Bot. Ver. Prov. Brandenburg Bd. XXI, S. XXIII u. XXIV.

[2]) Eriksson und Hennig, 1896.

[3]) Eriksson, J., Nouvelles études sur la Rouille brune des Céréales. Annales des Sciences Naturelles Bd. IX, 1899, 3 Tafeln.

der Nährpflanze nicht ausgesprochen. Ich selbst habe übrigens, was ich noch erwähnen will, bereits 1907, allerdings an sehr schwer zugänglicher Stelle, diesem Gedanken Ausdruck gegeben[1]).

Auf verschiedene Weise habe ich nun versucht, den »Teleutoentwicklungszustand« der Nährpflanze, der sich bei normaler Entwicklung der Pflanzen stets in einem gewissen Alter der Pflanze bzw. ihrer Teile von selbst einstellt, an Keimpflanzen künstlich hervorzurufen. Abschneiden oder Einschneiden der Blattspreiten brachte in keinem Fall Erfolg[2]); die Blätter vertrockneten ganz oder teilweis, ohne daß es zu einer Teleutobildung kam. Hungerkulturen der in reinem Quarzsand zur Keimung und Entwicklung gebrachten Pflanzen, die dann stark mit Uredo coronifera bzw. U. triticina infiziert wurden, brachten ebenfalls nur negative Ergebnisse, ebenso Einstellung der normal (in Humuserde im Freien) herangezogenen Pflanzen in einen verdunkelten Raum. Dagegen brachte partielle Verdunkelung in einem Fall einen vollen Erfolg. Haferpflanzen (Hafer Beseler II) waren in Blumentöpfen im Freien herangezogen und als Keimpflanzen stark mit Uredo coronifera infiziert; am Versuchsbeginn (23. Dezember 1909) waren die Pflanzen 4 Wochen alt und zeigten je 5—6 Blätter, von denen die ältesten 3—4 ziemlich stark Uredo coronifera aufwiesen. Es wurde nun bei 3 Pflanzen das zweitälteste Blatt in ein mit schwarzem Papier umwickeltes und so verdunkeltes Reagenzglas eingeführt, dessen Öffnung dann durch schwarze Watte in lichtdichter Weise verschlossen wurde. Am 2. Januar wurden die Röhrchen entfernt; auf 2 Versuchspflanzen war auf dem verdunkelten Blatt starke Teleutobildung eingetreten. Die nicht

[1]) Gaßner, G., Estudio sobre los hongos de la República O. del Uruguay, Revista de Agronomia, II, 1907, S. 117, Referat im Bot. Centralblatt Bd. 111, S. 223.

[2]) Im Gegensatz hierzu hatte Morgenthaler mit der gleichen Methodik bei Uromyces Veratri auf Veratrum album Erfolg. Worauf die verschiedenen Ergebnisse zurückzuführen sind, läßt sich nicht ohne weiteres sagen, jedoch dürften die verschiedenen Bauverhältnisse der von Morgenthaler und mir benutzten Blätter wohl nicht bedeutungslos sein. Vgl. Morgenthaler, Über die Bedingungen der Teleutosporenbildung bei den Uredineen, Centralbl. f. Bakt., Par.-K. u. Inf.-Krankh. II., Bd. 27, 1910, S. 73—92.

so behandelten Kontrollpflanzen zeigten auf den entsprechenden Blättern die erste Teleutobildung erst Anfang Februar.

Unter natürlichen Verhältnissen kann nun auch in einem ganz bestimmten Fall eine Teleutosporenbildung erfolgen, ohne daß ein Zusammenhang zwischen dieser und dem Ausschossen der Nährpflanze vorhanden ist. Dieser Fall liegt bei »sitzen gebliebenen«, d. h. horstförmig wachsenden Wintergetreidepflanzen vor. Wenn man Wintergetreide, z. B. deutsche Winterweizen oder den als subtropisches Wintergetreide anzusprechenden Uruguayhafer nicht in normaler Weise im Herbst oder beginnenden Winter, sondern im Sommer zur Aussaat bringt, so kommen die in dieser Zeit gesäten Pflanzen infolge der fehlenden Einwirkung niederer, das Schossen auslösender Temperaturen zunächst nicht zum Schossen und Blühen, sondern zeigen ein Wachstum, das wir als horstförmig bezeichnen. Erst nachdem diese so »sitzen gebliebenen« Pflanzen im folgenden Winter der Einwirkung niederer Temperaturen ausgesetzt sind, findet im kommenden Frühjahr Schossen und Blüte statt[1]).

An derartigen, im Sommer gesäten und darum bis in den Winter hinein horstförmig wachsenden Winterweizen oder Uruguayhafer konnte im Herbst mehrmals eine gewisse Teleutosporenbildung beobachtet werden. In den folgenden Wintermonaten fand dann aber im allgemeinen keine weitere Teleutosporenbildung, sondern nur Uredobildung statt; die Hauptteleutosporenbildung setzt auch hier dann erst im Frühjahr, zur Zeit des Ausschossens mit großer Regelmäßigkeit ein.

Diese im Herbst mehrfach beobachtete vorübergehende Teleutosporenbildung an »sitzen gebliebenen« Getreidepflanzen steht zwar sichtlich in keinem Zusammenhang mit dem erst im Frühjahr erfolgenden Ausschossen dieser Pflanzen, enthält jedoch andererseits auch keinen Widerspruch zu der im obigen festgestellten Regel von der Bedeutung des Entwicklungszustandes der Nährpflanze für die Auslösung der Teleutosporenbildung. Bei der eben erwähnten herbstlichen Teleutosporen-

[1]) Näheres über die Abhängigkeit des Schossens winterannueller Getreidepflanzen von niederen Temperaturen siehe Gaßner, Beobachtungen und Versuche über den Anbau und die Entwicklung von Getreidepflanzen im subtropischen Klima. Jahresber. d. Vereinig. f. angew. Bot. Bd. VIII, 1910, S. 195—163.

bildung handelt es sich nämlich stets um die älteren Blätter der betreffenden, horstförmig wachsenden Getreidepflanzen; die weiteren Beobachtungen ergaben dann, daß diese Blätter sich im Laufe der folgenden Tage oder Wochen in ähnlicher Weise verändern wie die Blätter geschoßter und reifender Getreidepflanzen, d. h. daß sie allmählich funktionslos werden und sich verfärben, ohne plötzlich zu vertrocknen. Wir haben es hier also sichtlich mit einem Prozeß zu tun, der mit dem Funktionsloswerden der Blätter reifender Pflanzen identisch ist. Dementsprechend bedeutet die bei »sitzen gebliebenen« Wintergetreide zuweilen ohne Zusammenhang mit dem Schossen dieser Pflanzen eintretende Teleutosporenbildung keine Ausnahme, sondern geradezu eine Bestätigung der allgemeinen Gesetzmäßigkeit der Teleutosporenbildung.

Die Teleutosporenbildung von Puccinia graminis.

In Übereinstimmung mit Puccinia coronifera und P. triticina ergab sich auch für P. graminis die Tatsache, daß die Teleutosporenbildung an das Eintreten eines gewissen Entwicklungstadiums der Nährpflanze gebunden ist. Jedoch sind aus verschiedenen Gründen die Verhältnisse für Puccinia graminis nicht so übersichtliche wie bei den erstbehandelten Rostarten. Es liegt das zunächst daran, daß die ersten Uredoinfektionen nicht wie bei Puccinia coronifera und P. triticina regelmäßig bereits an jungen Keimlingspflanzen auftreten, sondern je nach Jahreszeit und sonstigen Umständen an jungen Keimpflanzen, an schossenden oder gar reifenden Pflanzen zu beobachten sind. Damit aber müssen sich Unregelmäßigkeiten geltend machen, denn die Möglichkeit der Teleutosporenbildung ist natürlich an das Eintreten einer vorhergehenden Infektion gebunden.

Zur Feststellung desjenigen Entwicklungsstadiums der Nährpflanze, in welchem zuerst Teleuto zu beobachten ist, müssen wir daher für Puccinia graminis die Frage, wann die ersten Infektionen eingetreten sind, in besonderer Weise berücksichtigen. Um die folgende Tabelle, in welcher das erste Auftreten von Teleuto graminis auf einer deutschen Sommergerste unter

gleichzeitiger Berücksichtigung der ersten Uredoinfektionen dargestellt ist, übersichtlicher zu gestalten, schicke ich hier eine kurze Einteilung der Entwicklung der Getreidepflanze voraus, wie ich sie s. Zt. für meine Untersuchungen in Uruguay aufgestellt und gebraucht habe.

Es bedeutet:

Entwicklungstadium I: Sehr junge Keimpflanzen bis zu drei Blättern.

„ II: Junge Keimpflanzen von etwa drei bis sechs Blättern.

„ III: Ältere Keimpflanzen.

„ IV: Ältere Pflanzen, die aber noch nicht schossen.

(IVa: Ältere, sog. »sitzengebliebene« Pflanzen. Dieses Stadium findet sich nur bei Winterformen oder diesen nahestehenden Formen der Getreidearten; über die Entstehungsbedingungen dieses Stadiums vgl. die obigen Textausführungen.)

„ V: Schossende und mit dem Blühen begin-ginnende Pflanzen;

„ VI: Pflanzen in Blüte oder gerade abgeblüht, Körner in diesem Fall noch sehr klein.

„ VII: Pflanzen mit grünen Körnern, deren Inhalt beim Zerdrücken wäßrig ist.

„ VIII: Milchreife Pflanzen, d. h. Pflanzen mit äußerlich noch grünen Körnern, deren Inhalt beim Zerdrücken milchig oder dickflüssig-breiig ist.

„ IX: Gelb- bis vollreife Pflanzen, d. h. Pflanzen mit vollentwickelten, nicht mehr grünen Körnern von wachsartiger oder doch noch nicht ganz harter Beschaffenheit.

„ X: Totreife Pflanzen mit harten Körnern.

Diese Einteilung ist der folgenden Tabelle über Beziehungen zwischen Teleutobildung von Puccinia graminis und Entwicklungsstadium der Nährpflanze (Svalöfs Hannchen Sommergerste) zugrunde gelegt.

Tabelle IV. Beginn der Teleutobildung von Puccinia graminis auf Svalöfs Hannchen-Sommergerste.
(Kontinuierliche Aussaatversuche auf dem Versuchsfeld Montevideo-Sayago, Sommer 1909/10.)

Datum der Saat	Datum des Schossens	Erstes Auftreten von Uredo graminis		Erstes Auftreten von Teleuto graminis	
		Datum des ersten Auftretens	Entwicklungsstadium der Nährpflanze zur Zeit der ersten Feststellung von Uredo graminis[1])	Datum des ersten Auftretens	Entwicklungsstadium der Nährpflanze zur Zeit der ersten Feststellung von Teleuto graminis[2])
15. Juli 09	Ende Oktober 1909	Puccinia graminis fehlt	—	—	—
30. Juli	ca. 3. November	Zwischen 4. und 10. Dez.	(VIII—)IX	Zwischen 4. und 10. Dez.	(VIII—)IX
17. August	ca. 11. November	Zwischen 26. Nov. u. 4. Dez.	(VII—)VIII	Zwischen 4. und 10. Dez.	(VIII—)IX
31. August	ca. 15. November	Zwischen 4. und 10. Dez.	(VII—)VIII	Zwischen 10. und 24. Dez.	(VIII—)IX
21. Sept.	ca. 1. Dezember	Zwischen 10. und 24. Dez.	(VI—)VIII	Zwischen 10. und 24. Dez.	(VI—)VIII
7. Okt.	ca. 7. Dezember	Zwischen 10. und 24. Dez.	(V—)VII	Zwischen 24. und 29. Dez.	(VII—)VIII
21. Okt.	ca. 20. Dezember	Zwischen 10. und 24. Dez.	(IV—)V	Zwischen 3. und 8. Jan.	(VII—)VIII
5. Nov.	ca. 31. Dez. (unregelmäßig geschoßt)	Zwischen 24. und 29. Dez.	(IV/V—)IV/VI	Zwischen 14. und 25. Jan.	(VII—)VIII
12. Nov.	ca. 20. Januar 1910	Zwischen 29. Dez. und 3. Jan.	(III—)IV	Zwischen 9. und 16. Febr.	(VII/VIII-)VIII/IX
4. Dez.	Anfang Febr. (unregelmäß. geschoßt)	Zwischen 29. Dez. und 3. Jan.	(II) II	Zwischen 16. Febr. u. 2. März	(VI/VII–)VIII/IX
22. Dez.	ca. 20. Februar	Zwischen 3. und 8. Jan.	(I) I	Zwischen 2. und 9. März	(VII—)VIII
5. Jan. 10	Anfang März	Zwischen 14. und 25. Jan.	(I) I	Zwischen 17. und 25. März	(VII—)VIII
1. Febr.	ca. 12. April	Zwischen 9. und 16. Febr.	(I) I	Zwischen 11. und 25. Apr.	(IV/V—)VII
15. Febr.	Versuch am 25. April vorzeitig abgebrochen	Bis 25. Apr. Puccinia graminis fehlend	—	—	—
Mitte März	do.	do.	—	—	—

[1]) Das in Klammern beigefügte Entwicklungsstadium entspricht dem ersten Datum, an dem noch keine Uredo graminis vorhanden waren, das außerhalb der Klammer befindliche Entwicklungsstadium ist dasjenige an dem zweitgenannten Ablesungstage, an dem zum ersten Male Uredo graminis festgestellt wurde.

[2]) Das in Klammern beigefügte Entwicklungsstadium entspricht dem ersten Datum, an dem noch kein Teleuto beobachtet wurde, das außerhalb der Klammer angeführte Entwicklungsstadium ist dasjenige an dem zweitgenannten Ablesungstage, an dem zum ersten Male Teleuto graminis festgestellt wurde.

Die vorstehende Tabelle zeigt zunächst ohne weiteres, daß auch bei Puccinia graminis die Teleutobildung an das Erreichen eines gewissen Entwicklungsstadiums der Nährpflanze gebunden ist; denn die jungen Gerstenpflanzen zeigen stets nur Uredo. Während nun aber die Teleutobildung von Puccinia triticina und P. coronifera im allgemeinen in dem »Entwicklungsstadium kurz vor dem Ausschossen«, d. h. beim Übergang von Stadium IV zu Stadium V in der oben gegebenen Einteilung, einsetzt, läßt sich eine solche für Puccinia graminis stets erst in einem ungleich vorgeschrittenen Stadium, zum mindesten Stadium VI, meist Stadium VII—VIII, d. h. an reifenden Pflanzen beobachten.

Wie oben erwähnt, müssen naturgemäß die in Tabelle IV ebenfalls enthaltenen Angaben über das erste Auftreten von Uredo graminis entsprechend berücksichtigt werden. Es ist ohne weiteres zu sehen, daß im Hinblick auf die späten Infektionen in den Aussaaten vom 30. Juli bis 31. August Teleutobildung in früheren Stadien als Stadium VII bzw. VIII nicht möglich war. Anders liegt die Sache jedoch in den folgenden Versuchen, vor allem den Aussaaten vom 19. November bis 1. Februar, in denen Puccinia graminis bereits auf jungen Keimpflanzen vorkommt; diese Versuche zeigen denn auch in einwandsfreier Weise, daß die Teleutobildung von Puccinia graminis an ein besonders weit vorgeschrittenes Entwicklungsstadium der Nährpflanze gebunden ist.

Die entsprechenden Beobachtungen auf Weizen und Hafer stehen im Einklang mit den soeben erwähnten auf Gerste: Die Teleutosporenbildung von Puccinia graminis beginnt stets in einem späteren Entwicklungsstadium der Nährpflanze als diejenige von Puccinia coronifera und P. triticina.

Zur Beurteilung dieser Feststellung muß nun zunächst darauf hingewiesen werden, daß das Auftreten von Puccinia graminis an sich von dem der anderen Rostarten etwas verschieden ist. Puccinia coronifera und P. triticina finden sich in erster Linie auf Blattspreiten und Blattscheiden, Puccinia graminis im allgemeinen weniger auf Blattspreiten als auf Blattscheiden und Stengelteilen. Dementsprechend bilden sich die ersten Teleutolager von Puccinia coronifera und P. triti-

cina regelmäßig auf den ältesten Blattspreiten, die von Puccinia graminis sehr oft erst auf den ältesten Blattscheiden, auf diesen natürlich ausschließlich, wenn auf den Blattspreiten überhaupt keine Uredo graminis vorhanden war. Aber auch in den Fällen, in denen Uredo graminis vorher auf Blattspreiten auftrat, setzt die Teleutosporenbildung häufig erst auf den Blattscheiden ein, da die auf den Blattspreiten vorhandenen Uredolager sehr häufig ohne darauffolgende Teleutobildung ausstäuben, so z. B. regelmäßig auf Uruguayhafer, weiter vielfach auf Gerste, nicht so häufig auf Weizen. So war bei Puccinia graminis die Teleutobildung auf Blattscheiden stets eine häufigere Erscheinung als auf Blattspreiten. Da nun die Blattscheiden später funktionslos werden als die Blattspreiten, so muß schon aus diesem Grund der Beginn der Teleutobildung von Puccinia graminis in ein späteres Entwicklungsstadium der Nährpflanze fallen als derjenige von Puccinia coronifera und P. triticina.

Es ist das jedoch nicht der alleinige Grund; vielmehr zeigten die näheren Beobachtungen, insbesondere vergleichende Beobachtungen des Auftretens von Teleuto graminis einerseits und von Teleuto triticina bzw. T. coronifera an den gleichen Pflanzenteilen andererseits, daß die Teleutosporenbildung von Puccinia graminis in der Tat an etwas andere Bedingungen, nämlich an einen höheren Erschöpfungszustand der befallenen Pflanzenteile gebunden ist als diejenige der beiden anderen Rostarten, und daß vor allem auch aus diesem Grunde die Teleutosporenbildung von Puccinia graminis in ein späteres Entwicklungsstadium der Nährpflanze fallen muß als diejenige von Puccinia coronifera und P. triticina.

Zu vergleichenden Beobachtungen über das zur Auslösung der Teleutosporenbildung nötige Erschöpfungsstadium der einzelnen Pflanzenteile eignen sich am besten die Blattscheiden; denn an diesen finden sich sowohl Puccinia graminis wie P. triticina bzw. P. coronifera neben- und durcheinander. In der folgenden Tabelle sind Beobachtungen über die Teleutosporenbildung von Puccinia graminis und P. triticina auf Blattscheiden von Weizenpflanzen verschiedener Entwicklungsstadien zusammengestellt; um gleichzeitig zu zeigen, daß Sorten-

unterschiede keine Ausnahme von der Gesetzmäßigkeit der Teleutosporenbildung von Puccinia graminis bedingen, habe ich aus dem umfangreichen Versuchsmaterial die Beobachtungen an einem Sortenanbauversuch mit sieben verschiedenen Weizensorten ausgewählt. Die Aussaat der Parzellen war am 14. Juni 1909 auf dem, meinem Versuchsfelde benachbarten Versuchsfeld für Acker- und Pflanzenbau erfolgt. Es handelt sich um einen gewöhnlichen landwirtschaftlichen Sortenanbauversuch, der mir durch die Freundlichkeit des Versuchsanstellers, Prof. Dammann-Montevideo, zu Rostbeobachtungszwecken zur Verfügung gestellt war.

Nach den Ergebnissen der folgenden Tabelle (s. S. 92) ist der Zeitpunkt des Beginns der Teleutosporenbildung für Puccinia graminis und für P. triticina an den gleichen Pflanzenteilen nicht derselbe, sondern in gesetzmäßiger Weise verschieden. Die gleichen Blattscheiden, welche Puccinia triticina bereits in Teleuto zeigen, tragen vorläufig Puccinia graminis noch längere Zeit in Uredo, und erst in einem späteren Stadium geht die hier befindliche P. graminis zur Teleutosporenbildung über. Daraus folgt, daß die Bedingungen der Teleutosporenbildung von Puccinia graminis und P. triticina wohl prinzipiell gleich, aber graduell oder quantitativ voneinander verschieden sind; Puccinia graminis erfordert zum Eintritt der Teleutosporenbildung einen ungleich weiter vorgeschrittenen Erschöpfungszustand der betreffenden Pflanzenteile als Puccinia triticina.

Diese Beobachtung wurde in allen Versuchen und an allen Pflanzenteilen, an denen Puccinia graminis und P. triticina nebeneinander vorkamen, in durchaus gleicher Weise gemacht; es ließ sich sogar weiter feststellen, daß Pflanzenteile, welche bereits Teleuto triticina zeigten, noch Neubildung von Uredolagern der P. graminis aufwiesen, also durch diesen Rost noch infizierbar waren.

In der gleichen Weise wie Puccinia graminis und P. triticina wurden auch P. graminis und P. coronifera in bezug auf die Bedingungen der Teleutosporenbildung miteinander verglichen. Hafersorten mitteleuropäischer (deutscher) Herkunft eigneten sich nicht dazu, weil auf diesen Puccinia

Tabelle V. Auftreten von Teleuto
auf den Blattscheiden
Datum der Saat:

Weizensorte	Ablesung vom 28. November			Ablesung vom 4. Dezember		
	Entwicklungsstadium der Nährpflanze	Sporenform von Puccinia triticina	Sporenform von Puccinia graminis	Entwicklungsstadium der Nährpflanze	Sporenform von Puccinia triticina	Sporenform von Puccinia graminis
Trigo australiano	VII—VIII	fast nur Teleuto, Uredo selten	nur Uredo	VIII	nur Teleuto	nur Uredo
Trigo blanco	VII—VIII	fast nur Teleuto, Uredo selten	nur Uredo	VIII	fast nur Teleuto, Uredo sehr selten	nur Uredo
Trigo del Chubut	VIII	nur Teleuto	Uredo und Teleuto, Teleuto noch selten	VIII	nur Teleuto	Uredo und Teleuto, Uredo bei weitem überwiegend
Trigo candial	VII—VIII	fast nur Teleuto, Uredo selten	nur Uredo	VIII	nur Teleuto	nur Uredo
Trigo ruso	VI	fast nur Uredo, Teleuto im ersten Beginn	nur Uredo	VII	Uredo und Teleuto	nur Uredo
Trigo del pais	VII—VIII	fast nur Teleuto, Uredo selten	nur Uredo	VIII	nur Teleuto	nur Uredo
Trigo Rivetti Virguen	IV—V	nur Uredo	P. graminis noch fehlend	V	fast nur Uredo, Teleuto im ersten Beginn	nur Uredo

graminis nur äußerst selten auftrat und vor allem niemals Teleutobildung aufwies. Besser geeignet war der Uruguayhafer, auf dem namentlich im Spätsommer 1909/10 ziemlich starkes Auftreten von P. graminis festgestellt wurde. Allerdings war auch auf diesem eine Teleutobildung nicht immer zu beobachten, da in vielen Fällen, so regelmäßig auf den Blattspreiten, die Uredopusteln ausstäubten, ohne zur Teleutobildung zu schreiten. Im März und April 1910 wurde jedoch an Blattscheiden in genügendem Maße Teleutobildung von P. graminis und P. coronifera nebeneinander festgestellt, wo-

riticina und Teleuto graminis
on Weizenpflanzen.
4. Juni 1909.

Ablesung vom 10. Dezember			Ablesung am 27. Dezember		
Ent-icklungs-stadium er Nähr-pflanze	Sporenform von		Ent-wicklungs-stadium der Nähr-pflanze	Sporenform von	
	Puccinia triticina	Puccinia graminis		Puccinia triticina	Puccinia graminis
III—IX	nur Teleuto	Uredo und Teleuto	X	nur Teleuto	nur Teleuto
III—IX	nur Teleuto	Uredo und Teleuto	X	nur Teleuto	fast nur Teleuto, Uredo in Spuren
IX	nur Teleuto	Uredo und Teleuto, Uredo selten	X	nur Teleuto	nur Teleuto
III—IX	nur Teleuto	Uredo und Teleuto	X	nur Teleuto	nur Teleuto
I—VIII	Uredo und Teleuto, Teleuto überwiegend	nur Uredo	X	nur Teleuto	fast nur Teleuto, Uredo in Spuren
II—IX	nur Teleuto	Uredo und Teleuto	X	nur Teleuto	nur Teleuto
V—VI	fast nur Uredo, Teleuto im Beginn	nur Uredo	IX	nur Teleuto	Uredo und Teleuto

rüber die folgende Tabelle (s. S. 94) berichtet. Ein noch geeigneteres Objekt hätte übrigens Lolium temulentum abgegeben, auf dem im Sommer und Herbst Puccinia coronifera und P. graminis regelmäßig neben- und durcheinander vorkommen.

Die folgende Zusammenstellung (Tabelle VI) enthält vergleichende Beobachtungen über die Teleutosporenbildung von Puccinia coronifera und P. graminis auf Uruguayhafer; die mitgeteilten Beobachtungen beziehen sich ausschließlich auf die Blattscheiden, wo beide Rostarten nebeneinander auftraten.

Tabelle VI.

Auftreten von Teleuto coronifera und Teleuto graminis auf Blattscheiden des Uruguay-Hafers.
(Versuchsfeld Montevideo-Sayago, Beobachtungen vom März und April 1910.)

Datum der Saat	Ablesung vom 2. März			Ablesung vom 9. März			Ablesung vom 17. März		
	Entwicklungsstadium der Nährpflanze	Puccinia coronifera	Puccinia graminis	Entwicklungsstadium der Nährpflanze	Puccinia coronifera	Puccinia graminis	Entwicklungsstadium der Nährpflanze	Puccinia coronifera	Puccinia graminis
19. Nov. 09	IX—X	nur Teleuto	Uredo und Teleuto	IX—X	nur Teleuto	Uredo und Teleuto	X	nur Teleuto	fast nur Teleuto, Uredo in Spuren
4. Dez.	IV a—V	nur Uredo	P. graminis fehlt	V—VI	fast nur Uredo, Teleuto in Spuren	nur Uredo	VI	fast nur Uredo, Teleuto noch selten	nur Uredo
22. Dez.	IV a	nur Uredo	P. graminis fehlt	IVa	nur Uredo	P. graminis fehlt	IVa	nur Uredo	P. graminis fehlt
4. Dez. [16. Dez.[1]]	VIII	nur Teleuto	nur Uredo	IX—X	nur Teleuto	Uredo und Teleuto	X	nur Teleuto	fast nur Teleuto, Uredo selten
8. Jan. 10 [19. Jan.[1]]	IV	nur Uredo	P. graminis fehlt	V	nur Uredo	P. graminis fehlt	VI	fast nur Uredo, Teleuto in Spuren	nur Uredo
10. Jan. [23. Jan.[1]]	IV	nur Uredo	P. graminis fehlt	V	nur Uredo	P. graminis fehlt	VI	nur Uredo	P. graminis fehlt
24. Jan. [7. Febr.[1]]	II	nur Uredo	P. graminis fehlt	III	nur Uredo	P. graminis fehlt	III	nur Uredo	P. graminis fehlt

[1]) Die Pflanzen dieser Versuchsserie sind aus Körnern hervorgegangen, die bei niederen Temperaturen (6 bis 9^0) zur Keimung gebracht waren. Das erste Datum bezeichnet den Tag, an dem die Samen zur Keimung in den Eisschrank ausgelegt wurden; das in Klammern befindliche Datum bezeichnet den Tag, an dem die im Eisschrank aufgelaufenen Pflänzchen ins Freie ausgepflanzt wurden.

Diese besondere Versuchsanstellung war nötig, um den Uruguay-Hafer, der den Typus eines subtropischen Wintergetreides vertritt, auch bei Versuchsbeginn in der heißen Jahreszeit zum Schossen zu bringen. Näheres hierüber vgl. Gassner, Beobachtungen und Versuche über den Anbau und die Entwicklung von Getreidepflanzen im subtropischen Klima, Jahresber. d. Ver. f. angew. Bot. VIII, 1910, S. 95—163.

Tabelle VI (Fortsetzung).

Datum der Saat	Ablesung vom 25. März			Ablesung vom 11. April			Ablesung vom 25. April		
	Entwicklungsstadium der Nährpflanze	Puccinia coronifera	Puccinia graminis	Entwicklungsstadium der Nährpflanze	Puccinia coronifera	Puccinia graminis	Entwicklungsstadium der Nährpflanze	Puccinia coronifera	Puccinia graminis
19. Nov. 09	X	nur Teleuto	nur Teleuto	—	—	—	—	—	—
4. Dez.	VII	Uredo und Teleuto	nur Uredo	VIII—IX	nur Teleuto	fast nur Uredo, Teleuto in Spuren	X	nur Uredo	Uredo und Teleuto
22. Dez.	V—VI	nur Uredo	nur Uredo	VII	Uredo und Teleuto, letztere überwiegend	nur Uredo	VIII—IX	fast nur Teleuto, Uredo äußerst selten	nur Uredo
4. Dez. [16. Dez.[1])]	X	nur Teleuto	fast nur Teleuto	—	—	—	—	—	—
8. Jan. 10 [19. Jan.[1])]	VII	Uredo und Teleuto	nur Uredo	VIII	fast nur Teleuto, Uredo seltener	nur Uredo	IX	nur Teleuto	Uredo und Teleuto
10. Jan. [23. Jan.[1])]	VII	Uredo und Teleuto	nur Uredo	VIII	Uredo und Teleuto	nur Uredo	IX	fast nur Teleuto, Uredo sehr selten	fast nur Uredo, Teleuto sehr selten
24. Jan. [7. Febr.[1])]	IV	nur Uredo	P. graminis fehlt	VI	nur Uredo	nur Uredo	VII	Uredo und Teleuto	nur Uredo

[1]) Siehe Anmerkung [1]) auf S. 94.

Die gleichen relativen Unterschiede, die zwischen der Teleutobildung von Puccinia graminis und P. triticina vorhanden sind, bestehen auch in dem gleichen Sinne zwischen P. graminis und P. coronifera: P. graminis erfordert zum Eintreten der Teleutosporenbildung ein ungleich weiter vorgeschrittenes Erschöpfungsstadium der betreffenden befallenen Pflanzenteile als P. coronifera.

Auf Grund dieser Feststellung lassen sich, was Bedingungen der Teleutosporenbildung anbetrifft, Puccinia coronifera und P. triticina zu einer Gruppe vereinigen und der sich graduell anders verhaltenden P. graminis gegenüberstellen.

Die Teleutosporenbildung von Puccinia Maydis.

Ebenso wie für die übrigen Rostarten ließ sich auch für Puccinia Maydis nachweisen, daß der Entwicklungszustand der Nährpflanze und ihrer einzelnen Teile das Eintreten der Teleutosporenbildung bestimmt. Es ging das bereits aus den Beobachtungen des Sommers 1907/08 mit Klarheit hervor: 2 am 15. Oktober 1907 gesäte Maisparzellen zeigten Mitte März 1908 nur Teleuto, die gleiche Maissorte (Diente de caballo), Ende Dezember 1907 gesät, zur gleichen Zeit ausschließlich Uredo.

Am ausführlichsten in dieser Richtung sind die Beobachtungen des Sommer 1909/10, von denen ein Teil in der folgenden Tabelle VII (s. S. 97) enthalten ist.

Es ergibt sich zunächst, daß entsprechend der verschiedenen Entwicklungsgeschwindigkeit der einzelnen Maissorten sowohl wie entsprechend den Verschiedenheiten der Aussaatzeiten die Blütezeit der einzelnen Maisparzellen in verschiedene Zeiten fällt; genau entsprechend diesen Verschiedenheiten beginnt auch die Teleutosporenbildung. Folglich bestimmt auch hier das Entwicklungsstadium der Nährpflanze bzw. ihrer Teile die Frage der Teleutosporenbildung. Und zwar setzt bei Puccinia Maydis die Teleutobildung annähernd mit der Blüte oder kurz nach der Blüte der Maispflanzen ein. Die ersten Teleutolager pflegen sich auch hier auf den ältesten Blättern anzufinden,

Tabelle VII.

Teleutobildung von Puccinia Maydis auf verschiedenen Maissorten und bei verschiedener Aussaatzeit.

(Versuch auf dem Versuchsfeld Montevideo-Sayago, Aussaaten vom 7. Dezember 1909 bis 16. Februar 1910.)

Datum der Saat	Maissorte	Beginn der Blüte	Beginn der Teleutobildung	Bemerkungen
7. Dez. 1909	White Corn	ca. 29. Jan.	Zwischen 29. Januar und 16. Februar	
7. Dez. 1909	Diente de caballo	ca. 16. Febr.	Zwischen 16. Februar und 2. März	
7. Dez. 1909	Peruano	Mitte April	Zwischen 10. April und 25. April	
22. Dez. 1909	Diente de caballo	ca. 2. März	Zwischen 16. Februar und 2. März	
4. Jan. 1910	White Corn	ca. 16. Febr.	Zwischen 16. Februar und 2. März	
4. Jan. 1910	Diente de caballo	ca. 9. März	Zwischen 9. März und 21. März	
4. Jan. 1910	Peruano	—	—	Versuch am 23. April abgebrochen, Pflanzen zu dieser Zeit noch nicht blühend, noch keine Teleutobildung.
22. Jan. 1910	Diente de caballo	Ende März	Zwischen 1. April und 10. April	
9. Febr. 1910	do.	ca. 23. April	Kurz vor dem 23. April	
16. Febr. 1910	do.	—	—	Versuch am 23. April abgebrochen, Pflanzen zu dieser Zeit dicht vor Blüte, noch keine Teleutobildung

und von hier aus schreitet die Teleutobildung allmählich nach oben vor. Jedoch sei ausdrücklich bemerkt, daß der Übergang von Uredo zu Teleuto auf den einzelnen Pflanzenteilen sich nicht in derselben gleichmäßigen Weise vollzieht, wie bei den zuerst behandelten Getreiderosten; vielmehr bestehen häufig Uredo- und Teleutolager auf demselben Blatt längere Zeit

nebeneinander, so daß Teleutobildung oft gleichzeitig an allen Blättern einer Pflanze beobachtet werden kann. Bei den zuerst behandelten Rostarten läßt sich dagegen regelmäßig beobachten, daß die Teleutobildung auf den oberen Blättern erst einsetzt, nachdem sie auf den unteren längst abgeschlossen ist.

Außerdem sei noch darauf hingewiesen, daß diejenigen Teile der Maispflanzen, welche bereits den »Teleutozustand« erreicht haben, nicht ohne weiteres diesen Erschöpfungszustand auch äußerlich verraten, sondern meist zunächst noch kräftig grün sind. Auch das bedeutet einen gewissen Gegensatz zu den übrigen Getreidearten, bei denen das annähernd gleichzeitig oder doch kurz nach erfolgter Teleutobildung beginnende Vergilben der betreffenden Pflanzenteile dem Beobachter das Eintreten eines Erschöpfungszustandes ohne weiteres kenntlich macht. Bei Puccinia graminis speziell findet ja eine Teleutobildung überhaupt nur an bereits verfärbten Pflanzenteilen statt.

Allgemeine Betrachtungen über die Teleutosporenbildung der Rostpilze, insbesondere der Getreideroste.

In den letzten Jahren 1910 bis 1914 habe ich die s. Zt. in Südamerika gemachte Beobachtung, daß die Teleutosporenbildung der Getreideroste ausschließlich durch ein gewisses Erschöpfungsstadium der Nährpflanze und ihrer Teile bedingt wird, vielfach und auch für die im La Plata-Gebiet nicht vorkommenden Rostarten Puccinia dispersa, P. glumarum und P. simplex bestätigt gefunden; und zwar zeigte sich auch in den Beobachtungen in Deutschland wieder, daß die Teleutobildung von P. graminis an das am meisten vorgeschrittene Entwicklungsstadium gebunden ist. P. dispersa steht, was Bedingungen der Teleutosporenbildung anbetrifft, der P. triticina sichtlich nahe; für P. glumarum und P. simplex genügen die bisherigen Beobachtungen nicht, um das zur Auslösung der Teleutosporenbildung nötige Erschöpfungsstadium mit demjenigen der anderen Rostarten in Vergleich zu setzen.

Als Einzelheit meiner Beobachtungen in Deutschland sei

erwähnt, daß im Spätherbst zuweilen an allen, auch den jüngeren, noch kräftig grünen Blättern einer im Schossen befindlichen oder blühenden Pflanze bereits regelmäßige Teleutosporenbildung festgestellt werden konnte, während eine solche im Sommer an Pflanzen des gleichen Entwicklungsstadiums nur an den unteren Blattspreiten feststellbar ist; es war das z. B. der Fall Anfang Oktober 1913 für Puccinia coronifera auf Haferpflanzen in Ostpreußen. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß hier Störungen des normalen Blühvorganges durch zu tiefe Temperaturen anormale Verschiebungen der Entwicklungsvorgänge des pflanzlichen Organismus bedingen, welche die beobachteten Abweichungen zur Folge haben. Im übrigen ergaben, wie gesagt, die Beobachtungen in Deutschland durchaus eine Bestätigung der s. Zt. in Südamerika gemachten Feststellungen.

Auch für eine größere Zahl sonstiger, sowohl auf Gräsern, wie auf anderen Pflanzen in Südamerika und Deutschland angetroffener und daraufhin beobachteter Puccinia-Arten (Puccinia Phragmitis (Schum.) Körn., P. Caricis (Schum.) Rebent, P. Poarum Niels., P. Piptochaetii Diet. et Neg., P. Hieracii (Schum.) Mart., P. Gnaphalii (Speg.) P. Henn., P. Cirsii Lasch) wurde die Tatsache eines Zusammenhanges zwischen Entwicklungszustand der Nährpflanze und Teleutobildung bestätigt gefunden; von besonderem Interesse erscheint mir die Teleutobildung von Puccinia graminella (Speg.) Diet. et Holw., auf die ich hier noch kurz eingehe, weil wir es in dieser mit der einzigen bisher bekannten Uredinee zu tun haben, die Äcidien und Teleutosporen auf Gräsern bildet. Es handelt sich hier also nicht um den Übergang von Uredo, sondern von Äcidien zur Teleutosporenbildung. Die Nährpflanzen von Puccinia graminella, Stipa-Arten, sind im La Plata-Gebiet sehr häufig; beobachtet wurden außer wildwachsenden Pflanzen auch solche, die speziell zu diesem Zweck im Botanischen Garten Montevideo-Sayago kultiviert wurden. Alle Beobachtungen ergaben übereinstimmend, daß der Übergang von Äcidiosporen zu Teleutosporen ebenfalls ausschließlich vom Entwicklungsstadium der Nährpflanze und ihrer Teile abhängig ist, und zwar ist es das Entwicklungsstadium kurz nach der Blüte, in welchem

die Teleutosporenbildung einsetzt. Mit der Tatsache, daß die Stipa-Arten im La Plata-Gebiet im allgemeinen im Frühjahr, spätestens im beginnenden Sommer blühen, steht dann die Beobachtung in Einklang, daß die Teleutobildung von Puccinia graminella hauptsächlich in der Zeit Ende September-Dezember stattfindet, insbesondere im Winter vollständig fehlt.

Da außer für Vertreter der Gattung Puccinia auch für andere Gattungen von Uredineen, nämlich Uromyces (U. appendiculatus (Pers.) Link, U. fabae (Pers.) De By, U. cestri Mont. u. a.), Phragmidium (P. subcorticium Wint.) Melampsora (M. populina (Jacq.) Lev.), Ravenelia (R. platensis Speg.) festgestellt wurde, daß der Übergang zur Teleutosporenbildung vom Entwicklungsstadium der Nährpflanze und ihrer Teile abhängig ist, erscheint die Annahme berechtigt, daß in weitgehendem Umfang, wenn nicht allgemein die Teleutosporenbildung der Rostpilze durch diesen Faktor bedingt wird. Ob und in wieweit Ausnahmen von der Regel vorkommen, müssen weitere Untersuchungen lehren; die verschiedenen von P. Magnus[1]) bereits mitgeteilten Beobachtungsfälle, die Befunde von R. E. Smith[2]) an Puccinia Asparagi, die sich ebenfalls in unserem Sinne verwenden lassen, die allerdings von ihrem Autor anders gedeuteten Befunde von B. Iwanoff[3]) an verschiedenen Uredineen sowie vor allem die neueren, gleichzeitig mit meinen Arbeiten ausgeführten Untersuchungen von Morgenthaler[4]) scheinen mir jedoch in Verein mit meinen eigenen Beobachtungen darauf hinzudeuten, daß den im obigen für die Getreideroste ausführlich nachgewiesenen Bedingungen der Teleutosporenbildung in der Tat allgemeinere Bedeutung

[1]) Magnus, P., Verzeichnis der am 15. und 16. Juni 1889 bei Tangermünde beobachteten Pilze. Verhandl. Bot. Ver. Prov. Brandenburg Bd. XXXI, S. XXIII und XXIV.

[2]) Smith, R. E., The water relation of Puccinia Asparagi, Bot. Gazette, Vol. 38, 1904, S. 19—43.

[3]) Iwanoff, B., Untersuchungen über den Einfluß des Standortes auf den Entwicklungsgang und den Peridienbau der Uredineen. Centralbl. f. Bakt., Par.-K. u. Inf.-Krankh., II. Teil, Bd. 18, 1907, S. 265—274.

[4]) Morgenthaler, O., Über die Bedingungen der Teleutosporenbildung bei den Uredineen. Centralbl. f. Bakt., Par.-K. u. Inf.-Krankh., II. Teil, Bd. 22, 1910, S. 73—92.

für die Rostpilze überhaupt zukommt. Eine derartige Gesetzmäßigkeit der Teleutosporenbildung würde im übrigen mit unseren sonstigen Kenntnissen von dem Einfluß des Substrates auf die Fortpflanzung der Pilze durchaus in Einklang stehen; ich brauche hier nur auf die bekannten Klebsschen Untersuchungen[1]) hinzuweisen.

Es werden nun aber, wie ich bereits in der Einleitung dieses Abschnittes erwähnt habe, von anderer Seite entweder ausschließlich oder wenigstens zum Teil noch andere Faktoren für das Aufhören der Uredogeneration und das Einsetzen der Teleutosporenbildung bei den Uredineen verantwortlich gemacht. Was zunächst das Klima anbetrifft, so sagt z. B. auch Klebahn[2]) noch vor kurzem: »Wenn in besonderen Fällen die Bildung der einzelnen Sporenformen an bestimmte Jahreszeiten gebunden erscheint, z. B. bei den Rostpilzen, so hängt dies teilweise direkt mit der Witterung zusammen . . . . .«, und auch Morgenthaler[3]), der doch für Uromyces Veratri ausführlich die Bedeutung des Erschöpfungsstadiums der Nährpflanze für die Auslösung der Teleutosporenbildung nachgewiesen hat, sagt in derselben Arbeit: »Der Einfluß der klimatischen Faktoren muß nach wie vor als wichtig für die Sporenfolge der Uredineen angesehen werden«. Das später noch ausführlich zu erörternde Verhalten von Uromyces Fabae in Ecuador gibt Morgenthaler die besondere Veranlassung, sich dem alten, bereits von Lagerheim[4]) gegen die von P. Magnus[5]) ausgesprochene Ansicht von der Bedeutung des Entwicklungsstadiums der Nährpflanze erhobenen Einwand anzuschließen.

Bei diesem angeblichen Einfluß der Witterung auf die Art der gebildeten Sporenform handelt es sich nicht einfach um die Feststellung der Tatsache, daß die Art der in einer bestimmten Jahreszeit anzutreffenden Sporenform je nach der Jahreszeit ver-

[1]) Eine neuere Darstellung und Übersicht der einschlägigen Literatur siehe Klebs, Fortpflanzung der Gewächse, Handwörterbuch der Naturwiss., IV. Bd.

[2]) Klebahn, H., Grundzüge der allgemeinen Phytopathologie, Berlin 1912, S. 59.

[3]) Morgenthaler, l. c.

[4]) Lagerheim, G., Über Uredineen mit variablem Pleomorphismus. Tromsö Museums Aarshefter, Bd. 16, 1893, S. 105—152.

[5]) Magnus, P., l. c.

schieden ist; es handelt sich vielmehr in präziserer Ausdrucksweise um die Behauptung, daß das Auftreten der verschiedenen Sporenarten im Wechsel der Jahreszeiten durch eine direkte Einwirkung des Klimas auf den Rostpilz bedingt wird, also nicht auf indirektem Wege durch eine Beeinflussung und Änderung der den Rostpilz tragenden Pflanze zustande kommt.

Für die im La Plata-Gebiet beobachteten Getreideroste glaube ich, auf Grund des oben mitgeteilten Versuchsmateriales den Nachweis erbracht zu haben, daß eine direkte Beeinflussung des Pilzes in dem angegebenen Sinne in der Tat nicht vorliegt, daß vielmehr nur eine indirekte Beeinflussung auf dem Umweg über die Nährpflanzen in Betracht kommen kann. Die klimatischen Differenzen der Jahreszeiten sind, wie die meteorologischen Daten zeigen[1]), in Uruguay nicht unbedeutende; trotzdem aber vollzog sich der Zusammenhang zwischen Teleutobildung und Entwicklungsstadium der Nährpflanze und ihrer Teile stets in derselben gesetzmäßigen Weise. Für die sonstigen, daraufhin untersuchten Rostpilze sind meine Beobachtungen nicht so vollständig, immerhin kann ich als nicht unwichtig die Feststellung erwähnen, daß ich Ausnahmen von der Regel nicht angetroffen habe.

Weiter aber stehe ich nun in der Tat auf dem Standpunkt, daß auch die von anderen Autoren behauptete direkte Einwirkung des Klimas auf den Rostpilz — ich spreche im folgenden stets nur von der Einwirkung klimatischer Faktoren auf die Art der gebildeten Sporenform — als solche nicht oder zum mindesten nicht in dem bisherigen Umfang aufrecht erhalten werden kann, da sie bisher einer tatsächlichen Begründung entbehrt. Ein einwandsfreier Beweis einer derartigen Annahme von einer direkten Wirkung kann nämlich überhaupt nur dann als vorliegend anerkannt werden, wenn die Einwirkung des Klimas auf den Pilz einerseits von derjenigen auf die Nährpflanze andererseits getrennt festgestellt wird. Das wäre aber nur dann möglich, wenn es gelänge, die Rostpilze auf künstlichem, stets gleichem Nährboden den verschiedenen

[1]) Vgl. Gaßner, G., Beobachtungen und Versuche über den Anbau und die Entwicklung von Getreidepflanzen im subtropischen Klima. Jahresber. d. Vereinig. f. angew. Bot. Bd. VIII, 1910, Tab. I und II, S. 150/151.

klimatischen Einflüssen auszusetzen und deren Einwirkung festzustellen. Denn es muß als feststehende Tatsache betrachtet werden, daß ein bestimmter, dem Rostpilz als Substrat dienender pflanzlicher Organismus je nach den besonderen klimatischen Verhältnissen ein sehr verschiedenes Substrat darstellt. Ich brauche hier nur auf den Einfluß der Temperaturverhältnisse auf die grüne Pflanze zu verweisen, der sich in mannigfacher Weise, in Änderungen des Stoffwechsels und der Zusammensetzung der Pflanzenteile zu erkennen gibt. Wenn daher beim Eintritt wärmeren oder kühleren Wetters eine Änderung der Sporenform, ein Übergang von Uredo zu Teleuto erfolgt, so kann man im Hinblick auf die gleichzeitig eintretende Verschiedenheit des Nährbodens diese Änderung unmöglich als einwandsfreien Beweis einer direkten Einwirkung des Klimas auf den Pilz auffassen.

Dieser Fehler ist aber unzweifelhaft sehr häufig begangen worden und steht damit in Zusammenhang, daß unsere Mykologen vielfach in sehr einseitiger Weise den von ihnen beobachteten Pilzen ungleich mehr Aufmerksamkeit zuwenden, als den Lebensvorgängen der Wirtspflanze. Demgegenüber muß mit aller Schärfe die Forderung einer gleichmäßigen Berücksichtigung und Kenntnis sowohl des Parasiten wie aber auch der Eigenart und Physiologie des befallenen Organismus erhoben werden.

Zu denjenigen Autoren, die in besonderer Weise der direkten Einwirkung klimatischer Faktoren das Wort reden, gehört Iwanoff[1]). Derselbe kultivierte frisch mit Rost infizierte Pflanzen teils am Infektionsort (Bern, 520 m), teils an einem alpinen Standort (Faulhorn, 2684 m), wohin die Pflanzen wenige Tage nach der Infektion transportiert wurden, und wollte so die Frage beantworten, »ob man diese Anpassung (d. h. die von anderen Autoren behauptete Anpassung der Sporenform an klimatische Verhältnisse) auf direkten Einfluß der klimatischen Faktoren zurückführen kann«. Iwanoff kommt zu dem Schluß, daß ein solcher direkter Einfluß in weitgehendem Maße vorliegt. »Eine Analyse der einzelnen Faktoren, die in

[1]) Iwanoff, B., Untersuchungen über den Einfluß des Standortes auf den Entwicklungsgang und den Peridienbau der Uredineen. Centralbl. f. Bakt., Par.-K. und Inf.-Krankh. II, Bd. 18, S. 265—274.

Betracht kommen, gestatten unsere Versuche noch nicht. Im Vordergrund dürften aber die Temperaturverhältnisse stehen: Kühle Temperatur, namentlich ein Sinken der Temperatur in der Nacht, scheint die Uredo-Bildung zu hemmen.« Man sollte meinen, daß Iwanoff die »indirekte« Einwirkung auf dem Umweg einer Beeinflussung der Nährpflanze wenigstens in Betracht zieht und diskutiert; dem ist jedoch nicht so, nicht einmal die Möglichkeit einer solchen Einwirkung wird erwähnt. Da nun die Entwicklung einer Pflanze in alpinem Standort ganz unzweifelhaft eine andere ist, als an tiefer gelegenen Stellen, so stellen die Darlegungen Iwanoffs keinerlei Beweis einer direkten Einwirkung dar; im Gegenteil: eine ganze Reihe von Einzelheiten seiner Beobachtungen scheint darauf hinzudeuten, daß hier die »indirekte« Einwirkung die ausschlaggebende, wenn nicht die alleinige war.

Den Darlegungen Iwanoffs und anderer Autoren gegenüber kann daher hier nur nochmals betont werden, daß eine direkte Beeinflussung der Sporenbildung der Rostpilze durch klimatische Faktoren bisher nicht erwiesen ist. Diesen Einwand müssen wir auch in allen denjenigen Fällen geltend machen, in denen angeblich direkte klimatische Einwirkungen auf den Rostpilz zu einer dauernden Unterdrückung der einen oder anderen Sporenform geführt haben sollen.

Als ein klassisches Beispiel dieser Art wird in der Regel Uromyces Fabae zitiert, die nach Lagerheim[1]) in Ecuador unter Unterdrückung der Teleutobildung zu einer isolierten Uredo geworden ist. Lagerheim selbst mißt bei dieser Erscheinung dem Klima zwar eine wesentliche, aber keine ausschließliche Bedeutung zu; von anderer Seite, so z. B. auch von Morgenthaler[2]) werden jedoch die Beobachtungen Lagerheims gerade in dem Sinne gedeutet, daß Uromyces Fabae »durch das Klima in seinem Entwicklungsgange vollständig verändert worden ist«. Es sei daher hier auf das Verhalten von Uromyces Fabae näher eingegangen.

[1]) Lagerheim, G., Über Uredineen mit variablem Pleomorphismus. Tromsö Museums Aarshefter Bd. 16, 1893, S. 111.

[2]) Morgenthaler, O., Über die Bedingungen der Teleutosporenbildung bei den Uredineen. Centralbl. f. Bakt., Par.-K. u. Inf.-Krankh. II, Bd. 27, 1910, S. 88.

Lagerheim sagt wörtlich folgendes: Die »Unterdrückung aller Sporenformen mit Ausnahme der Uredo kommt bei heteroecischen Arten besonders dort vor, wo die die Äcidiengeneration tragende Pflanze fehlt, bei nicht heteroecischen Arten in Gegenden mit sehr gleichmäßigem Klima. So ist z. B. im Innern von Ecuador die große Zahl von anscheinend »isolierten« Uredoformen sehr auffallend. Da hier das ganze Jahr sehr viele Wirtspflanzen frische Blätter haben, so können sich die Uredineen durch Uredosporen unbegrenzt vermehren und haben die Bildung von ruhenden Teleutosporen nicht nötig. Aus demselben Grund ist auch in dieser Gegend die Anzahl der »Leptoformen« (Leptopuccinia, Leptouromyces usw.) den übrigen Formengruppen, wie Eupuccinia, Micropuccinia usw. überwiegend, und von diesen sind hier sehr eigentümliche Formen zur Entwicklung gelangt . . . .

Besonders lehrreich ist in dieser Beziehung eine dort importierte europäische Uredinee: Uromyces Fabae (Pers.) Bary. Diese Art war sehr häufig auf Vicia Faba, die im Innern von Ecuador überall gezogen wird, aber nicht ein einziges Mal habe ich eine andere Sporenform als Uredo davon gefunden, diese aber massenhaft. Und doch habe ich die Wirtspflanze an vielen verschiedenen Orten zu verschiedenen Jahreszeiten genau hierauf untersucht. Bei dieser Art ist also in Ecuador die Äcidium- und Teleutosporengeneration ganz in Wegfall gekommen, sie hat sich hier zu einer wirklich »isolierten« Uredo ausgebildet. Dasselbe ist vielleicht auch in Argentina der Fall, denn hier scheint auch nur Uredo Fabae DC. an Vicia Faba gefunden worden zu sein«.

Gegenüber der von P. Magnus[1]) ausgesprochenen Möglichkeit, daß die Teleutosporen mit der Erschöpfung der Nährpflanze auftreten, bemerkt Lagerheim: »In Quito war es aber nicht so, denn auch an den abwelkenden Exemplaren von Vicia Faba war keine Spur von Teleutosporen, nur Uredo, vorhanden«.

Ich habe bereits 1909 in Uruguay und dann später auch in

[1]) Magnus, P., Verzeichnis der am 15. und 16. Juni 1889 bei Tangermünde beobachteten Pilze. Verhandl. Bot. Ver. Prov. Brandenburg Bd. 21, S. XXIII und XXIV.

Deutschland feststellen können, daß die Teleutobildung von Uromyces Fabae keine Ausnahme von der allgemeinen Regel bildet, sondern ebenfalls an ein bestimmtes Erschöpfungsstadium der Nährpflanze gebunden ist und dementsprechend nur an reifenden Pflanzen stattfindet. Wenn nun Lagerheim in Ecuador auch an abwelkenden Exemplaren von Vicia Faba keine Teleutobildung beobachtet hat, so besagt dieser negative Befund in keiner Weise, daß die Teleutobildung hier nicht mit dem Entwicklungsstadium der Nährpflanze in Zusammenhang steht, sondern zunächst doch eben nur, daß die in Ecuador wachsenden Vicia-Pflanzen das für Uromyces Fabae nötige spezifische Erschöpfungsstadium beim Abwelken der einzelnen Teile nicht erreichen. Es ist das im übrigen eine Erscheinung, die sich z. B. auch bei den Getreiderosten hin und wieder beobachten läßt. Plötzliches Eintreten sehr warmen und trockenen Wetters kann Pflanzenteile zum Welken und Vertrocknen bringen, ohne daß eine Teleutosporenbildung auf den Blättern erfolgt, da Abwelken und Erschöpfungsstadium in keiner Weise identisch sind. So erklärt es sich z. B., daß man nicht einfach durch Abschneiden, Welken und Vertrocknen von Blättern Teleutobildung auslösen kann (vgl. die weiter oben kurz erwähnten Versuche). — Weiterhin besteht aber auch die Möglichkeit, daß die klimatischen Verhältnisse eines bestimmten Landes so eigenartige und dem vegetativen Wachstum der Pflanzen günstige sind, daß ein für die Teleutobildung nötiges spezifisches Erschöpfungsstadium überhaupt nicht erreicht wird, und dementsprechend auch die Bedingungen für das Eintreten der Teleutosporenbildung fortfallen.

Auf jeden Fall läßt sich auch bei den Getreiderosten zuweilen eine Unterdrückung der Teleutosporenbildung beobachten. So wurde Uredo graminis auf dem Versuchsfeld Montevideo-Sayago sowohl auf Blattspreiten wie auf Blattscheiden und Stengelteilen des Uruguayhafers angetroffen, eine Teleutobildung dagegen auf Blattspreiten niemals, auf Blattscheiden und Stengelteilen nur im beginnenden Herbst, dagegen im allgemeinen nicht im Hochsommer beobachtet. Da nun zur gleichen Zeit an den sonstigen, von der gleichen Puccinia graminis befallenen Pflanzenarten wie Weizen, Gerste, Lolium temulen-

tum, regelmäßige Teleutobildung beobachtet wurde, so kann naturgemäß die auf Uruguayhafer teilweis vorliegende Unterdrückung der Teleutobildung nicht nur auf direkte klimatische Einflüsse zurückgeführt werden, sondern muß so erklärt werden, daß diejenigen Pflanzenteile, an denen die Uredolager schließlich ohne anschließende Teleutobildung ausstäuben, das für die Teleutobildung von Puccinia graminis nötige Erschöpfungsstadium entweder nicht erreichen, oder aber so schnell durcheilen, daß eine Teleutobildung eben nicht mehr möglich ist.

Noch ein weiteres Beispiel aus dem La Plata-Gebiet möge zeigen, daß ein Unterdrücken der Teleutosporenbildung in keiner Weise nur durch direkte klimatische Einwirkung bedingt wird. Puccinia pruni-spinosae Pers. ist im Spätsommer und Herbst im La Plata-Gebiet stets reichlich anzutreffen; es ist mir aber nie gelungen, Teleuto dieses Pilzes auf Pfirsichblättern nachzuweisen. Spegazzini[1]) hat die gleiche Beobachtung gemacht und hat deswegen den in Südamerika zu beobachtenden Pfirsichrost zunächst als Uredo prunorum Lk beschrieben. Auch in Ecuador unterbleibt, wie Lagerheim[2]) angibt, die Teleutosporenbildung von Puccinia pruni-spinosae auf Pfirsich.

Auch in diesem Fall läßt sich zeigen, daß die Unterdrückung

[1]) Spegazzini, C., Fungi argentini, Anal. Mus. Nac. Buenos-Aires VI, 1898, S. 221.

Der auf Persica vulgaris beobachtete Rost wird hier als Puccinia cerasi (Brug.) Cast? bezeichnet, was falsch ist; es handelt sich mit Sicherheit um P. pruni-spinosae, was auch aus einer neueren Angabe Spegazzinis (Mycetes Argentinenses, Anal. Mus. Nac. Buenos-Aires, Bd. XIX, 1909, S. 310) hervorgeht. Über das Vorkommen des Pfirsichrostes sagt Spegazzini 1898: »Vulgatissima ad folia viva Persicae vulgaris, ubique in autumno . . . . Species dubiosa, adhuc in statu uredosporico tantum inventa et jam (in Fungi arg., pug. II, n 43) sub Uredine prunorum Lk. edita.« —

Haumann-Merck (Enfermedades de las plantas cultivades, Bol. del Ministerio de Agricultura X, Buenos-Aires 1908, p. 107) hat ebenfalls nur Uredo auf Pfirsich beobachtet, jedoch wurde in einem einzigen Fall auch eine Teleutobildung festgestellt: »Los teleutosporos parecen muy raros sobre duraznos (observados una sola vez en un jardin de Belgrano, Mayo de 1908), pero sumamente abundante en la cara inferior de las hojas de ciruelos (Villa Ballester, Belgrano en otoño 1907 y 1908).«

[2]) Lagerheim, Über Uredineen mit variablem Pleomorphismus, Tromsö Museums Aarshefter Bd. 16, 1893, S. 117. Hier auch weitere Literaturangaben über die Unterdrückung der Teleutosporenbildung von Puccinia pruni-spinosae.

der Teleutosporenbildung nicht auf direkter Einwirkung des Klimas auf den Pilz beruhen kann. Puccinia pruni-spinosae findet sich nämlich im La Plata-Gebiet außer auf Pfirsich auch noch auf anderen Nährpflanzen und bildet hier, so z. B. auf Prunus insititia, Prunus domestica u. a. im Herbst ganz regelmäßig Teleuto[1]). Das Fehlen der Teleutosporen auf Pfirsich dürfte also ebenfalls so zu erklären sein, daß infolge der Eigenart des dortigen Klimas der für die Teleutosporenbildung von Puccinia pruni-spinosae erforderliche Erschöpfungszustand der Nährpflanze nicht erreicht wird; und zwar will es mir scheinen, als ob die Blätter des Pfirsichs vorzeitig abfallen, bevor die Stoffabwanderung aus den Blättern in den Stamm sich in vollkommener Weise vollzogen hat. In einem derartigen Fall findet nämlich, wie mir Befunde an Melampsora populina bestätigten, eine Teleutobildung nicht statt. Im Spätsommer 1908 waren in dem Vorort Pocitos bei Montevideo etwa 3- bis 4jährige Pappeln in größerer Zahl verpflanzt, die zur Zeit der Verpflanzung in starkem Maße Melampsora populina trugen. Eine ganze Zahl dieser Bäumchen warf nun infolge des Verpflanzens Ende März, Anfang April vorzeitig alle oder einen Teil ihrer Blätter ab; an diesen Blättern trat eine Teleutobildung nicht ein, wohl dagegen sehr regelmäßig im Mai an denjenigen Blättern, die normal bis in den Herbst an den Zweigen geblieben waren. Daß die klimatischen Verhältnisse des Herbstes nicht direkt verantwortlich gemacht werden können, zeigte dann weiter die bis in den Winter beobachtete Neubildung von Uredolagern an wenigen jungen Blättern junger Pappeltriebe.

So mahnen die eben angeführten Beispiele, vor allem die darin erwähnte und auch anderweitig [z. B. Coleosporium Campanulae auf Campanula rotundifolia und C. bononiensis[2]), Uromyces Schroeteri auf Melandryum album

[1]) In Ecuador scheint, nach den Befunden Lagerheims (l. c.) zu urteilen, auch auf Prunus-Arten die Teleutobildung bereits ungleich seltener zu sein, wenn sie auch auf diesen noch vorkommt. Danach würden also im tropischen Klima auch die Pflaumenblätter das »Teleutostadium« nicht mehr regelmäßig oder nur unvollkommen erreichen, während dies im subtropischen Klima noch regelmäßig der Fall ist.

[2]) Klebahn, H., Kulturversuche mit heteroecischen Uredineen, II. Bericht (1893). Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten Bd. IV.

und Silene-Arten[1])] festgestellte Tatsache, daß in demselben Klima die Teleutosporenbildung nicht nur je nach Entwicklungszustand, sondern auch nach Art der Nährpflanze verschieden ist, zu äußerster Vorsicht allen Angaben gegenüber, in denen direkte Beziehungen zwischen Klima und etwaiger Unterdrückung der Teleutosporenbildung behauptet werden.

Die Mitteilungen Lagerheims über das Verhalten von Uromyces Fabae in Ecuador gaben mir nun Veranlassung, auf diesen Rostpilz im La Plata-Gebiet ganz besonders zu achten. Ebenso wie in Ecuador tritt Uromyces Fabae im La Plata-Gebiet sehr regelmäßig und meist außerordentlich stark schädigend auf; und zwar habe ich in der Zeit Februar 1907 bis November 1909 ebenfalls stets nur Uredobildung beobachtet, eine Feststellung, welche mit den von Lagerheim bereits zitierten entsprechenden Angaben Spegazzinis über das Auftreten von Uromyces Fabae in Argentinien gut übereinstimmt.

Im Winter und Frühjahr 1909 habe ich dann weiter auf dem Versuchsfeld Montevideo-Sayago mit Vicia Faba zu verschiedenen Zeiten Aussaaten gemacht, so daß im Sommer 1909/10 Pflanzen verschiedener Entwicklungsstadien zu Beobachtungszwecken zur Verfügung standen.

Bis Anfang November 1909 waren an allen diesen Aussaaten ebenfalls stets nur Uredosporen festzustellen; dagegen ergaben die Ablesungen Ende November eine schwache Teleutosporenbildung. Und zwar zeigten die zu dieser Zeit vorhandenen noch nicht blühenden, gerade blühenden und die erst kleine Hülsen zeigenden Pflanzen ausschließlich Uredo, die älteren Pflanzen mit großen, voll ausgewachsenen, aber noch grünen Früchten dagegen beginnende Teleuto. An diesen Pflanzen überwog dann von Anfang Dezember an die Teleutobildung, während die später gesäten Beete noch Mitte Dezember ausschließlich Uredo aufwiesen.

Die Teleutobildung von Uromyces Fabae setzt also erst in einem sehr späten Entwicklungsstadium der Nährpflanze ein. Da nun Vicia Faba im La Plata-Gebiet, wahrscheinlich wohl auch in Ecuador, in der Regei zu Gemüsezwecken angebaut wird, in welchem Fall die Samen jung und noch klein ver-

[1]) Lagerheim, l. c., S. 115.

wendet werden, so gehören Felder mit älteren, wirklich reif werdenden Vicia Faba-Pflanzen, an denen eine Teleutobildung zu beobachten wäre, zu den Ausnahmen. Schon aus diesem Grunde ist also die Teleutobildung nur selten zu beobachten.

Es kommt aber noch ein zweites Moment hinzu. Während sich auf dem Versuchsfeld Montevideo-Sayago im November und Dezember 1909 an reifenden Vicia Faba-Pflanzen Teleutobildung beobachten ließ, zeigten die später gesäten und erst im Januar bis Februar 1910 zur Reife kommenden Pflanzen im allgemeinen keine Teleutobildung. Der ganze äußere Befund deutet darauf hin, daß ein vorzeitiges Vertrocknen der Blätter stattfand, und so infolge des Nichteintretens des erforderlichen Entwicklungsstadiums die Teleutobildung ausgeschlossen wurde. In diesem Sinne dürfte auch das Ergebnis eines im Januar 1910 durchgeführten Versuches zu deuten sein. Ein Teil der zu dieser Zeit reifenden Pflanzen wurde vom 13. Januar an reichlich gegossen und während der Mittagsstunden durch Überdecken eines mit Leinwand bespannten Holzrahmens (in $1^1/_4$ Meter über dem Erdboden) der Einwirkung der direkten Sonnenstrahlen entzogen. Diese Pflanzen welkten ungleich langsamer ab und zeigten am 26. Januar in der Tat Teleutosporenbildung, allerdings ebenfalls nur schwach.

Auf Grund dieser im La Plata-Gebiet gemachten Beobachtungen erscheint es mir sehr wahrscheinlich, daß auch die in Ecuador von Lagerheim beobachtete Unterdrückung der Teleutobildung von Uromyces Fabae in keiner Weise durch eine direkte Einwirkung des Klimas auf den Pilz zustande kommt, sondern daß das Klima in irgendeiner Weise das Eintreten des für die Teleutobildung nötigen spezifischen Entwicklungsstadiums der Nährpflanze verhindert.

Ebensowenig vermag ich vorläufig für andere Rostpilze eine etwa beobachtete Unterdrückung der Teleutosporenbildung als durch direkte Einwirkung auf den Pilz hervorgerufen und bewiesen anzuerkennen. Wenn in dem Klima eines bestimmten Landes Teleutosporen eines Pilzes nicht entwickelt werden, so besteht doch zum mindesten die Möglichkeit, daß in diesem Lande Nährpflanzen mit dem für die Teleutobildung nötigen Ent-

wicklungsstadium infolge irgendeiner Eigenart des Klimas nicht vorhanden sind.

Neben dem angeblichen und bisher in keiner Weise bewiesenen direkten Einfluß des Klimas auf die Teleutosporenbildung werden weiter noch innere, in Verschiebungen der Organisation des Rostpilzes bestehende Veränderungen verantwortlich gemacht, auf die im folgenden noch kurz eingegangen sei.

An erster Stelle sei die u. a. von Jaczewski[1]) geäußerte Ansicht erwähnt, daß »das Alter des Myzels« die Teleutobildung bestimmt. »In der Jugend erzeugt das Myzel ausschließlich Uredosporen, dann tritt eine Periode ein, während welcher es ausschließlich Teleutosporen bildet.«

Diese von Jaczewski speziell für Puccinia graminis gemachte Annahme muß als unzutreffend abgelehnt werden. Ich beschränke mich auf die Wiedergabe einiger besonderer Versuchsbeobachtungen aus Montevideo-Sayago. Getreidepflanzen wurden rostfrei bis zur Blüte bzw. bis zu einem noch späteren Stadium herangezogen; derartige Pflanzen enthalten dann bekanntlich ältere und jüngere Teile nebeneinander. Infiziert man nun die ganze Pflanze gleichzeitig und in gleicher Weise, so findet, so weit eine Infektion eingetreten ist, später auch Teleutobildung statt, diese aber nicht gleichmäßig auf allen Teilen, also nicht in Abhängigkeit vom »Alter des Myzels«, sondern genau entsprechend dem Entwicklungszustand der betr. Pflanzenteile. Bei den jüngeren Pflanzenteilen dauert die Uredobildung noch längere Zeit an, während es bei den älteren gerade noch zur Ausbildung von sich öffnenden Uredolagern kommt, und der Uredobildung die Teleutobildung auf dem Fuße folgt. In einem Versuch vom 1. Dezember 1909 wurden rostfrei herangezogene Weizenpflanzen, die kurz vor der Blüte waren, reichlich auf allen Blättern mit Uredo triticina infiziert; an den drei jüngsten (oberen) Blättern traten Infektionen ein. Während sich auf dem drittjüngsten Blatt am 10. Dezember die ersten Uredolager und bereits am 12. Dezember die ersten Teleutosporen zeigten, wurde an dem zweitjüngsten Blatt die erste

[1]) Jaczewski, A. v., Studien über das Verhalten des Schwarzrostes des Getreides in Rußland. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten Bd. XX, 1910, S. 321—359.

Uredobildung am 8. Dezember, die erste Teleutobildung aber erst am 18. Dezember, an dem obersten (jüngsten) Blatt die erste Uredobildung ebenfalls am 8. Dezember, die erste Teleutobildung aber erst am 21. Dezember beobachtet. Die zeitlichen Unterschiede der Teleutobildung entsprechen also in keiner Weise dem Alter des Myzels, sondern ausschließlich den Verschiedenheiten der Entwicklungsstadien der infizierten Blattspreiten.

Sodann sei im folgenden auf die vor allem von Plowright[1]) vertretene und anscheinend auch experimentell gestützte Ansicht eingegangen, daß Art und Zeit des Eintretens der Teleutosporenbildung in hohem Maße von dem Eintreten oder Nichteintreten eines etwaigen Wirtswechsels abhängig sind. Wenn Puccinia graminis auf Gräsern sich aus Äcidiosporen entwickelt hat, so soll die Teleutobildung ungleich reichlicher und früher auftreten, als wenn der Pilz längere Zeit bereits in Uredo vorhanden war. Eintretender Wirtswechsel soll also die Teleutobildung beschleunigen, längere Uredodauer dieselbe abschwächen und hinauszögern.

Diese Beobachtungen Plowrights können aber schon deswegen als einwandsfrei nicht angesehen werden, weil Verschiedenheiten des Entwicklungsstadiums der Nährpflanze nicht in entsprechendem Maße berücksichtigt sind, was bei der unzweifelhaft feststehenden Bedeutung dieses Faktors für die Teleutosporenbildung unbedingt notwendig wäre.

Im übrigen kann ich auch hier auf meine tatsächlichen Beobachtungen im La Plata-Gebiet hinweisen. Bei keiner der dort vorkommenden Getreiderostarten, mit alleiniger Ausnahme vielleicht von Puccinia Maydis, spielt der Wirtswechsel unter den dortigen Verhältnissen eine Rolle. Puccinia coronifera und P. triticina bilden in Uruguay und den benachbarten Ländern trotz ihrer ständigen, nun wohl schon Jahrhunderte dauernden Uredoexistenz[2]) und Uredoüberwinterung und trotz des

[1]) Plowright, Ch. B., Monograph of the British Uredineae and Ustilagineae, London 1889. Weitere Literaturangaben siehe bei Klebahn, Die wirtswechselnden Rostpilze, 1904, S. 53 and 185.

[2]) Nach freundlicher Mitteilung des Direktors des Naturhistorischen Museums zu Montevideo, Prof. Arechavaleta, läßt sich der Beginn des Getreidebaus im La Plata-Gebiet, speziell in Uruguay, bis in den Beginn des 17. Jahrhunderts zurück-

Fehlens jeglichen Wirtswechsels jahraus, jahrein in durchaus gleicher Weise ihre Teleutosporen; und auch für Puccinia graminis liegt eine Unterdrückung oder Verzögerung der Teleutosporenbildung in keiner Weise vor, obwohl ebenso wie für die beiden erstgenannten Rostarten ein Wirtswechsel in diesem Teil der Erde bisher nicht beobachtet worden ist. Ebensowenig ließen sich für Puccinia Maydis irgendwelche Tatsachen feststellen, welche auf eine Abhängigkeit der Teleutosporenbildung von der Zahl der Uredogenerationen oder vom Wirtswechsel hindeuten könnten.

So müssen wir denn den von Plowright und anderen Autoren[1]) gemachten Angaben über die Bedeutung des Wirtswechsels für die Teleutobildung so lange ablehnend gegenüberstehen, bis in neueren Versuchen das Entwicklungstadium der Nährpflanze sowie dessen Abhängigkeit von den besonderen klimatischen Verhältnissen eines Landes entsprechend berücksichtigt sind, und so ein tatsächlicher Nachweis eines derartigen Verhaltens der Rostpilze erbracht ist. —

Wenn ich im obigen als Grundbedingung der Auslösung der Teleutosporenbildung das Eintreten eines gewissen Entwicklungsstadiums der Nährpflanze und ihrer Teile bezeichnet habe, so kann dieses Entwicklungsstadium mit »Erschöpfungsstadium« identisch sein und ist es wohl auch in der Regel, so z. B. bei den Getreiderosten, wo unzweifelhaft Beziehungen zwischen Stoffabwanderung aus den Blättern und der auf diesen Blättern eintretenden Teleutobildung bestehen. Eine derartige Identifizierung von Entwicklungsstadium eines bestimmten Pflanzenteils mit Erschöpfungsstadium braucht jedoch, worauf ich noch hinweisen muß, durchaus nicht immer oder wenigstens nicht in der gleichen Weise vorzuliegen. Es ist schon darauf hingewiesen, daß beim Mais die Teleutosporenbildung von Puccinia Maydis vielfach schon an noch völlig grünen Blättern, die allerdings ein bestimmtes Altersstadium erreicht haben

verfolgen. Damit ist allerdings noch nicht gesagt, daß die heute dort anzutreffenden Getreideroste nun schon ebensolange dort vorkommen. Daß sie jedoch schon seit fünf Jahrzehnten dort bestehen, konnte ich nachweisen: im Herbarium Arechavaletas befinden sich Weizen- und Haferpflanzen mit Puccinia triticina und Puccinia coronifera aus den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts.

[1]) Vgl. Klebahn, Die wirtswechselnden Rostpilze, 1904, S. 53.

müssen, einsetzt; die »Erschöpfung« der Maisblätter macht sich also zunächst nicht in so äußerlicher Weise kenntlich, wie die der anderen Getreidearten.

Bei einigen Rostpilzen findet jedoch nun auffallenderweise die Teleutosporenbildung nicht an funktionslos werdenden, mehr oder weniger »erschöpften« Pflanzenteilen statt, sondern an solchen, die mit dem Übergang von der Winterruhe zum Frühling ihre durch das winterliche Klima unterbrochenen Lebensfunktionen von neuem aufnehmen. Chrysomyxa Rhododendri und C. Ledi bilden ihre Teleutosporen auf den wintergrünen Blättern von Rhododendron-Arten bzw. Ledum palustre nicht im Herbst, sondern erst im Frühling. Da diese Blätter zum mindesten noch einige Wochen, meist aber Monate ihre normalen Funktionen ausüben, so kann zur Zeit der Teleutobildung natürlich von einem eigentlichen Erschöpfungsstadium noch nicht die Rede sein. Und doch dürfte auch hier eine ähnliche Änderung des Substrates wie beim Eintreten eines dem Absterben unmittelbar vorausgehenden Erschöpfungszustandes vorliegen und die Ursache der Teleutosporenbildung sein. Es besteht die Möglichkeit, daß beim Wiedererwachen der Lebensfunktionen im Frühjahr doch eine gewisse, äußerlich allerdings nicht wahrnehmbare Entleerung der Blätter in die übrigen Pflanzenteile stattfindet. Näheres hierüber wissen wir leider noch nicht. Es besteht auch noch eine andere Möglichkeit; ich verweise auf die von Lidforss[1]) für eine große Zahl von wintergrünen Pflanzen festgestellte plötzliche Abnahme der in den Zellen vorhandenen löslichen Kohlehydrate beim Übergang vom Winter in die wärmere Jahreszeit, die in ihrer Wirkung natürlich einer plötzlichen Entleerung dieser Zellen von Kohlehydraten gleichkommt. Allerdings muß wieder berücksichtigt werden, daß es sich im allgemeinen bei der Entleerung und Erschöpfung absterbender Blätter nicht gerade nur um die Fortwanderung von Kohlehydraten handelt[2]). Wir müßten dann also weiter annehmen, daß diese Pilze speziell auf Verringerung der löslichen Kohlehydrate mit einem Ein-

[1]) Lidforss, B., Die wintergrüne Flora, Lunds Universitets Aarskrift, N. F., Bd. 2, 1907, S. 1—78.

[2]) Vgl. Swart, N., Die Stoffwanderung in ablebenden Blättern, Jena 1914.

setzen der Teleutosporenbildung reagieren. Bestimmtes läßt sich natürlich erst sagen, wenn wir die Stoffwechselvorgänge der im Frühjahr austreibenden Pflanzen näher kennen, die übrigens gerade bei Rhododendron-Pflanzen sehr eigenartige zu sein scheinen; ich weise nur noch darauf hin, daß der Laubfall der vorjährigen überwinterten Blätter hier oft im Sommer, zuweilen aber noch früher, schon während der Blüte der Pflanzen selbst stattfindet.

Auf keinen Fall braucht die Teleutobildung der beiden eben erwähnten Rostpilze, Chrysomyxa Rhododendri und C. Ledi einen Widerspruch zu der sonst beobachteten Gesetzmäßigkeit der Teleutosporenbildung zu bedeuten; nur dürfte sie die Veranlassung dazu abgeben, das zur Teleutobildung erforderliche Entwicklungsstadium der Nährpflanze nicht ohne weiteres mit einem dem Absterben der betreffenden Teile unmittelbar vorangehenden »Erschöpfungsstadium« zu identifizieren.

Das Verhalten von Chrysomyxa Rhododendri und C. Ledi ist noch aus einem anderen Grunde besonders interessant. Chrysomyxa Rhododendri bildet ihre Äcidien auf Picea excelsa, ihre Uredo- und Teleutosporen auf Rhododendron-Arten. An denjenigen Stellen nun, an denen Fichten und Alpenrosen in natürlichem Zustande nebeneinander vorkommen, werden Äcidien und Teleutosporen gebildet, Uredosporen gar nicht oder sehr selten. Andererseits werden an Orten, wo der Träger der Äcidiengeneration fehlt, reichlich Uredosporen beobachtet, während die Teleutosporenbildung spärlicher zu werden scheint. Ähnliche Verhältnisse scheinen für Chrysomyxa Ledi vorzuliegen.

De Bary[1]), der sich mit den vorstehenden Rostpilzen näher beschäftigte und auch ihren Wirtswechsel aufklärte, hat auch bereits darauf hingewiesen, daß das Auftreten der Uredosporen und Zurückgehen oder Unterdrücken der Teleutosporenbildung sowie der umgekehrte Vorgang nicht durch das Ausbleiben oder Vorhandensein der Äcidienbildung und des Wirtswechsels verursacht sein kann, daß vielmehr die »klimatischen Verhält-

[1]) De Bary, Aecidium abietinum, Bot. Ztg. 37, S. 761—774, 777—789, 801 bis 811, 825—830, 841—847.

nisse der Standorte für die Art der Sporenbildung verantwortlich zu machen sind.

De Bary ist mit dieser seiner Ansicht trotz des von ihm angeführten Beobachtungsmaterials nicht durchgedrungen. Wenigstens sagt z. B. Klebahn[1]) in seinen allgemeinen Ausführungen über die Entbehrlichkeit des Wirtswechsels unter Erwähnung des Verhaltens von Chrysomyxa Rhododendri: »Wenn der Pilz in Gegenden auftritt, wo der Äcidienwirt selten ist oder ganz fehlt«, so wird im letzteren Falle »die Teleutosporenbildung überflüssig, und sie unterbleibt auch vielfach; ob aber infolge des Ausbleibens der Äcidienbildung oder infolge der klimatischen Einflüsse, ist nicht ausgemacht«.

Es muß zugegeben werden, daß die Beobachtungen De Barys einen absoluten Beweis von der Bedeutungslosigkeit des Wirtswechsels für die Art der Sporenbildung im vorliegenden Fall nicht enthalten; andererseits muß aber m. E. doch zugestanden werden, daß diese Beobachtungen mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit darauf hindeuten, daß die klimatischen Verhältnisse das ausschlaggebende Moment darstellen. »Inwieweit dieselben auf den Pilz ganz direkt verändernd einwirken, oder insofern indirekt, als sie zunächst in den Rhododendren Änderungen der Wasserverteilung, der Assimilation, Bildung und Ansammlung von Reservestoffen, usw. bewirken, welche dann erst ihrerseits den Pilz beeinflussen«, diese Frage wird von De Bary ebenfalls bereits aufgeworfen und dahin beantwortet, daß eine »indirekte Einwirkung der klimatischen Agentien wenig wahrscheinlich« sei. In diesem Punkt vermag ich nun De Bary im Hinblick auf die im obigen dargelegten Momente, nicht zu folgen; vielmehr halte ich gerade auch für Chrysomyxa Rhododendri die Einwirkung des Klimas als eine »indirekte«, d. h. auf dem Umweg einer Beeinflussung des Entwicklungsstadiums der Nährpflanze sich vollziehende für vorliegend.

Wenn das Entwicklungsstadium der Nährpflanze die Teleutosporenbildung sehr vieler, vielleicht aller Rostpilze bestimmt, so muß diese Feststellung naturgemäß auch für die Beurteilung der Entstehung von Rostformen mit abgekürztem Entwicklungs-

[1]) Klebahn, Wirtswechselnde Rostpilze, 1904, S. 47.

gang, bei denen also die eine oder andere Sporenform unterdrückt wird, von Bedeutung sein. Ich würde auf diese schwierige und naturgemäß vorläufig nur mehr oder minder hypothetisch zu beantwortende Frage hier nicht eingehen, wenn nicht unlängst Morgenthaler[1]), dessen Untersuchungen über die Teleutosporenbildung einiger Rostpilze zu ähnlichen Ergebnissen geführt haben, wie die meinen, gerade die Bedeutung des Entwicklungsstadiums der Nährpflanze für die Teleutosporenbildung zum Ausgangspunkt von Betrachtungen genommen hätte, gegen welche gewisse Bedenken geltend gemacht werden müssen.

Morgenthaler erwähnt zunächst das bereits von Johanson[2]) für den Norden und vor allem von Ed. Fischer[3]) für die Alpenregion festgestellte Überwiegen der sog. Mikroformen (nur Teleutosporen und Basidiosporen bildenden Rostpilze) in gewissen Ländern. Es dürfte keinem Zweifel unterliegen, und ist auch bereits von P. Magnus[4]) ausgesprochen worden, daß hier klimatische Verhältnisse, vor allem die Verkürzung der Vegetationszeit in irgendeiner Weise im Spiele sind. Während Ed. Fischer[5]) die Frage offen läßt, ob die Abkürzung der Entwicklung der Rostpilze »durch Selektion zu erklären«, oder aber »durch direkte Einwirkung klimatischer Faktoren hervorgerufen sei«, hält Morgenthaler[6]) es für »sehr wahrscheinlich, daß bei der Entstehung dieser Formen direkte Anpassung im Spiel war, indem das frühe Absterben der Blätter direkt die Unterdrückung

[1]) Morgenthaler, O., Über die Bedingungen der Teleutosporenbildung bei den Uredineen. Centralbl. f. Bakt., Par.-K. u. Inf.-Krankh. II. Teil, Bd. 27, 1910, S. 73—92.

[2]) Johanson, C. J., Über die in den Hochgebirgen Jämtlands und Härjedalens vorkommenden Peronosporeen, Ustilagineen und Uredineen. Bot. Centralbl. Bd. 28, 1886, S. 347, 377.

[3]) Fischer, Ed., Die Uredineen der Schweiz. Bern 1904, S. XIX ff.

[4]) Magnus, P., Über die auf Compositen auftretenden Puccinien mit Teleutosporen vom Typus der Puccinia Hieracii, nebst einigen Andeutungen über den Zusammenhang ihrer spezifischen Entwicklung mit ihrer vertikalen Verbreitung. Ber. Deutsch. Bot. Ges. Bd. XI, 1893, S. 453—464.

Ders.: Über den Zusammenhang der Entwicklung einiger Rostpilze mit klimatischen Verhältnissen ihrer Standorte. Naturwiss. Rundschau, Jahrg. XI, S. 1—2.

[5]) Fischer, Ed., l. c.

[6]) Morgenthaler, l. c.

der Uredobildung bewirkte. So käme man also auch für diese Fälle auf die Möglichkeit einer Neo-Lamarckistischen Erklärung«. Allerdings muß Morgenthaler zugeben, »daß das frühe Welken der Nährpflanze nicht in allen Fällen zur Erklärung der Mikroformen ausreicht, denn wir kennen auch zahlreiche solche Formen auf Pflanzen mit langlebigen Blättern, besonders unter den alpinen. . . . . Bei diesen Formen muß bis auf weiteres doch die Verkürzung des Entwicklungsganges auf klimatische Faktoren zurückgeführt werden, wie dies Johanson, Magnus, Ed. Fischer und Iwanoff getan haben«.

Ich habe oben bereits darauf hingewiesen, daß ein direkter Einfluß klimatischer Faktoren auf die Art der Sporenbildung, wie er hier auch von Morgenthaler behauptet wird, bisher zum mindesten nicht nachgewiesen ist, weswegen wir ihn vorläufig als unbewiesen ablehnen müssen, und beschränke mich im übrigen auf folgende Bemerkungen.

Die Bildung der Uredo- und Teleutosporen ist bei sehr vielen Rostpilzen nachweislich an einen verschiedenen Entwicklungszustand der Nährpflanze gebunden; wird das spezifische »Teleutostadium« der Nährpflanze in dem Klima eines bestimmten Landes und auf einer bestimmten Pflanze nicht erreicht (Uromyces Fabae in Ecuador, Puccinia Pruni-spinosae auf Pfirsich im La Plata-Gebiet), so unterbleibt die Teleutobildung; es besteht so die Möglichkeit des Auftretens isolierter Uredoformen, ohne daß von einer wirklichen Unterdrückung der Teleutosporen die Rede ist: die Teleutosporenbildung ist nur latent.

Wird nun in umgekehrter Weise in einem Lande infolge klimatischer Anpassungen oder sonst in irgendeiner Weise die Nährpflanze so verändert, daß sie das »Uredostadium« überhaupt nicht mehr durchläuft, sondern sofort oder doch noch im Beginn ihrer Entwicklung ein Stadium erreicht, auf welches der Rostpilz mit Teleutosporenbildung reagiert, so kann naturgemäß keine Uredobildung, sondern muß ausschließlich und sofort Teleutobildung erfolgen; mit anderen Worten: die Uredosporenbildung braucht nicht wirklich unterdrückt, sie braucht nur latent zu sein, genau wie die Teleutosporenbildung es in vielen Fällen unzweifelhaft ist.

Auf das Bestehen dieser Möglichkeit einer latenten statt einer unterdrückten Uredobildung will ich hiermit hingewiesen haben und noch erwähnen, daß sie im Hinblick auf das Verhalten gewisser Rostpilze [Uromyces Ficariae Lév, U. Scillarum Wint. u. a.][1]), welche in der Regel nur Teleuto, jedoch hin und wieder aber ungleich seltener oder nur ganz ausnahmsweise auch Uredo bilden, durchaus nicht ohne weiteres abzulehnen ist. Wenn daher unter bestimmten klimatischen Verhältnissen, nämlich bei starker Verkürzung der Vegetationsperiode, in besonders hohem Maße Mikroformen auftreten, so braucht es sich hierbei durchaus nicht, wie Morgenthaler will, um eine »direkte Anpassung« des Rostpilzes an klimatische Verhältnisse zu handeln; der Rostpilz kann vielmehr durchaus derselbe sein, nur ist vielleicht die Nährpflanze durch die klimatischen Verhältnisse so verändert, daß der für die Uredobildung nötige Entwicklungszustand nicht mehr oder zu schnell durchlaufen wird, als daß eine Bildung von Uredosporen erfolgen könnte, wobei wir noch gar nicht an das zu zeitige Erreichen eines Erschöpfungsstadiums zu denken brauchen. Wird dann eine derartige Veränderung der Entwicklung der Nährpflanze erblich fixiert, so kann ohne jede Änderung der Eigenschaften des Rostpilzes aus einer früher in Uredo und Teleuto existierenden Rostart eine isolierte Teleutoform, eine Mikroform werden. Ob das nun tatsächlich und bei allen Mikroformen in der eben angegebenen Weise der Fall ist, wage ich nicht zu entscheiden; auf jeden Fall tut man aber gut, gerade bei der Beurteilung des Pleomorphismus der Rostpilze nicht nur den Rostpilz, sondern vor allem auch die Nährpflanze als variable und unbekannte Größe anzusehen. Auch für die etwaige Unterdrückung der Äcidiosporen dürfte es sich empfehlen, diese Betrachtungsweise anzuwenden, denn das Auftreten dieser Sporenformen hängt ebenfalls sichtlich von der Art des Nährbodens, von der Beschaffenheit der befallenen Pflanzenteile ab.

So eröffnet die nähere Feststellung der Bedingungen der

[1]) Vgl. die bei Lagerheim angegebenen Daten und Beispiele. Lagerheim, Über Uredineen mit variablem Pleomorphismus, Tromsö Museums Aarshefter 16, 1893, S. 129.

Teleutosporenbildung, wie ich sie im obigen im Anschluß an die in Südamerika daraufhin untersuchten Getreideroste versucht habe, auch Ausblicke auf die Entstehung des Pleomorphismus der Rostpilze und damit auf die Entwicklungsgeschichte dieser eigenartigen Organismen; sie ermöglicht vor allem in höherem Maße die Einführung der kausalen Betrachtung der Anpassungserscheinungen der Rostpilze neben und an Stelle der bisher meist in den Vordergrund gestellten finalen Momente.

Rostock i. M., Botanisches Institut der Universität.

Besprechungen.

Grafe, Viktor, Dr., Ernährungsphysiologisches Praktikum der höheren Pflanzen.

Mit 186 Textabb. Berlin, Verlag Paul Parey, 1914, 490 S.

Bei dem ungeahnt rasch zunehmenden Interesse für die Pflanzenbiochemie darf ein modernes gutes Buch über die Methoden der physiologischen Chemie der Pflanze als ein wärmstens zu begrüßender Behelf angesehen werden. Für ein derartiges Werk können und sollen die vorhandenen Lehrbücher nicht Ersatz leisten. Zu einem »Praktikum der Ernährungsphysiologie« besitzen wir sehr brauchbare Vorarbeiten in den bekannten Büchern von Detmer, Linsbauer, Fr. Darwin und Acton, deren Darstellung freilich einer bedeutenden Ergänzung und Durchdringung mit den jetzigen biochemischen Ergebnissen bedürfte. Ganz anders würde sich der Plan gestalten, wollte man an ein Handbuch der biochemischen Methodik für den geübten Spezialarbeiter auf botanisch-physiologischem Gebiete bei der Abfassung denken. Hier würden alle didaktischen Rücksichten in Wegfall kommen, und es hätte sich nur um eine möglichst kritische und erschöpfende Sammlung aller brauchbaren Methoden für sämtliche denkbaren physiologischen Spezialarbeiten zu handeln.

Man kann nun leider bei aller Anerkennung der Vorzüge des vorliegenden Buches, der reichen Belehrung über Apparate, Untersuchungsmethoden usw. nicht zu dem Schlusse kommen, daß der Grundplan des Buches ein bis in die Einzelheiten durchdachter ist. Die Kapitel I, II, die sich mit dem Arbeiten an Keimpflanzen befassen, Kapitel III, Aschenanalyse, die folgenden über Kohlensäureassimilation, verschiedene Pflanzenstoffe, Atmung usw. sind gewiß dankenswerte und lehrreiche Essays, bilden aber kein organisches Ganzes. Wenn jemand das Buch durcharbeiten wollte, um pflanzenbiochemische Methodik zu treiben, so würde er den Mangel an Klarheit in der Anordnung sehr empfindlich fühlen. Andererseits wird man sich wundern, in einem ernährungsphysiologischen Praktikum ausgedehnte Kapitel der Wachstumsphysio-

logie und Transpiration gewidmet zu finden. Dadurch gewinnt das ganze Buch fast den Umfang eines pflanzenphysiologischen Praktikums mit Ausschluß der Reizphysiologie. Der Eindruck, daß lose aneinander gereihte Essays vorliegen, wird noch dadurch verstärkt, daß nicht wenige Abschnitte wortgetreue Abdrücke von Artikeln des Verf. aus Abderhaldens »Biochemische Arbeitsmethoden« darstellen. Der essayartige Charakter äußert sich auch dadurch, daß ausgedehnte Referate über einzelne Experimentalarbeiten der Literatur geliefert werden, und der Ton des Sammelreferates sehr stark vorherrscht. Gerade in diesem Buche wäre scharf kritische Hervorhebung des Guten und schonungslose Behandlung des Zweifelhaften am Platze gewesen. Dann wären manche farblos wiedergegebene Verweise auf höchst bedenkliche Literaturerscheinungen weggeblieben. Unbefriedigend ist auch das Kapitel über Enzyme, in welchem alle schönen Messungsmethoden der Reaktionskinetik fehlen, welche der Physiologe fast ununterbrochen braucht.

Immerhin ist das Buch geeignet, großen Nutzen zu bieten durch die Zusammenstellung zahlreicher Methoden, welche, soweit der Ref. bisher sehen konnte, größtenteils auf Grund ausreichender eigener Erfahrung dargestellt sind und verläßlich wiedergegeben werden.

Czapek.

Shreve, Edith Bellamy, The daily march of transpiration in a desert perennial.

Publikation No. 194 der Carnegie Institution, Washington 1914. 64 S., 1 Tafel und 27 Figuren, meist Kurven

Objekt der Untersuchungen ist die baumförmige Leguminose Parkinsonia microphylla. Die Transpiration wird teils an Topfexemplaren, teils an Zweigen von im Freien stehenden Bäumchen bestimmt. Daneben wird die Verdunstung mit Hilfe von Evaporimetern gemessen.

Neue Methoden werden angegeben für Bestimmung der Transpirationsgröße in situ, für Messung der Blattemperatur und für Fixierung der Spaltöffnungen.

Die absolute und ebenso die relative Transpiration, d. h. das Verhältnis zwischen absoluter Transpiration und Evaporation, steigt in den Morgenstunden und nimmt dann lange vor Mittag ab, während die Evaporation noch weiter zunimmt; ein deutliches Zeichen einer physiologischen Regulation. So weit decken sich die Beobachtungen der Verfasserin mit früheren Angaben. Neu ist aber der Befund, daß um Mittag herum die Transpiration, und zwar die relative ebenso wie die absolute, sich wieder hebt, bevor der endgültige, den ganzen Nach-

mittag dauernde Abfall kommt. Die Transpiration hat also ein Hauptmaximum etwa um 9h morgens und ein zweites, kleineres Maximum, um 1h.

Wo die Spaltöffnungen beweglich sind, an den Blättern, verläuft gleichzeitig mit der ersten Senkung der Transpiration eine Verengerung der Stomata, der zweiten Hebung entspricht ebenso eine Wiedervergrößerung der Spaltweite. Diese Öffnungsbewegung soll am Nachmittag noch weiter fortschreiten, während die relative Transpiration nach dem zweiten Maximum schon abnimmt. Derselbe Gang der relativen Transpiration findet sich auch an blattlosen Zweigen, deren Spaltöffnungen keine Beweglichkeit besitzen.

Daß die Veränderungen der relativen Transpiration nicht notwendig von der Variation der Spaltweite abhängen, wäre damit erwiesen. Wahrscheinlich spielt die Größe des Sättigungsdefizits eine wichtige Rolle. Schwer zu erklären ist die Entstehung des zweiten Maximums der Transpiration. Der Erklärungsversuch der Verf. scheint dem Ref. nicht in allen Punkten einwandfrei.

Bedauerlich ist die Veröffentlichung einiger anatomischer Zeichnungen, die unverzeihlich schlecht sind. O. Renner.

Darwin, Francis, On a Method of Studying Transpiration.

Proceedings of the Royal Society. 1914. **87.**

In vorliegender Arbeit macht Verf. mit einer Methode bekannt, die Transpirationsgröße zu messen. Erfahrungsgemäß wird die Transpiration durch die Öffnungsweite der Spaltöffnungen beeinflußt. Da Verf. die Abhängigkeit der Wasserabgabe von der Luftfeuchtigkeit prüfen wollte, mußte der Einfluß der Stomata beseitigt werden. Dies geschah durch Bestreichen der unteren Blattfläche mit Vaseline oder Kakaobutter. Versuche mit dem vom Verf. erfundenen Porometer (s. Referat dieser Zeitschrift IV, 2) haben ergeben, daß bei derart behandelten Blättern die Spaltöffnungen völlig verstopft werden. Die trotzdem auftretende, allerdings sehr schwache Wasserabgabe ist dem Umstande zuzuschreiben, daß das Fett nicht vollkommen undurchlässig ist für Wasser. Nach Ausschaltung der stomatären Transpiration wurde eine Verbindung der Interzellularräume mit der Außenluft durch Einschnitte hergestellt. Solche Blätter können, wie das Stahl gezeigt hat, assimilieren und Stärke bilden.

Als Versuchsobjekt diente P. laurocerasus. Die Pflanze stand unter einer Glocke, durch welche, je nach Bedarf, feuchte oder trockene

Luft geführt werden konnte; oder es wurde durch Hochheben der Glocke eine Verbindung mit der ziemlich trockenen Laboratoriumsluft hergestellt und auf diese Weise die Feuchtigkeit von 50 bis 95% variiert. Die Größe der Transpiration wurde mit Hilfe eines Potometers gemessen. Verf. stellt die Ergebnisse graphisch dar. Die Punkte, die die Transpiration bei verschiedenem Feuchtigkeitsgehalt der Luft darstellen, liegen ungefähr auf einer Geraden: d. h. mit zunehmender Feuchtigkeit nimmt die Transpiration ab. Den Grund einiger Abweichungen konnte Verf. nicht feststellen. Bemerkenswert ist, daß die Kurve nicht durch den Schnittpunkt der beiden Achsen geht: d. h., im dampfgesättigten Raum ist die Wasserabgabe nicht gleich Null. Diese Tatsache erwähnt schon Sachs; er erklärt sie durch die infolge der Atmung über die Außentemperatur erhöhte Eigenwärme der Pflanze. Die Kurve des Verf. gibt ein Mittel in die Hand, die Eigenwärme zu berechnen. Aus dem konstruierten, über 100% liegenden Wert der Luftfeuchtigkeit, der sich durch den Schnittpunkt der Kurve mit der Abszisse ergibt, läßt sich die Höhe der Wasserabgabe im dampfgesättigten Raum ermitteln. Darnach läßt sich die Eigenwärme bestimmen bei welcher die betreffende Transpiration erfolgen kann. Nähere Angaben über die Abhängigkeit der Wasserabgabe im dampfgesättigten Raum von der Außentemperatur macht der Verf. noch nicht.

M. M. Riß.

Czartkowski, Adam, Anthocyanbildung und Aschenbestandteile.

Berichte d. deutsch. botan. Gesellsch. 1914. **32,** 407.

Verf. beschreibt kurz Versuche mit abgeschnittenen Zweigen von Tradescantia viridis und Tr. Loekensis (deren Blattunterseiten normal mit Anthocyan stark gefärbt sind) aus denen hervorgeht, daß bei den neu entstehenden jungen Blättern nur dann viel Anthocyan gebildet wird, wenn die Kulturflüssigkeit frei von Stickstoffverbindungen ist. Weglassen von P, S, K, oder eines anderen Bestandteiles der Knopschen Lösung hatte niemals den angegebenen Effekt auf die Ausbildung von Anthocyan.

Man könnte für diese interessante Erscheinung eine biologische Parallele in Algenkulturen finden, welche, wie mehrfach (so im hiesigen Institute von K. Boresch) festgestellt worden ist, sich bei Stickstoffmangel lebhaft rot (allerdings von carotinartigen Pigmenten) färben und ihr Chlorophyll fast ganz verlieren.

Von dieser letzteren Erscheinung berichtet Czartkowski nichts,

und es wäre wichtig gewesen, zu erfahren, wie die Chloroplasten in den jüngsten anthocyanreichen Blättern seiner N-freien Kulturen ausgesehen haben.

Dies würde auch die Hypothese berühren, welche Verf. über seine experimentellen Erfahrungen aufstellt, wonach durch Verminderung der N-zufuhr die Eiweissynthese auf ein Minimum reduziert wird und der Zucker, welcher bei diesem Prozeß normal verbraucht wird, freibleibt und sich im Zellsaft konzentriert, so daß schließlich ein Moment kommt »wo die Anthocyanbildung unvermeidlich ist«. Man sieht, daß diese Auffassung ungestörte Zuckerbildung, d. h. volle Chlorophylltätigkeit, zur Voraussetzung hat Fehlt diese, z. B. durch Atrophie der Chloroplasten, so ist die Idee des Verf.s hinfällig. Dies ist durch die vorliegende Mitteilung nicht entschieden worden. Czapek.

Löwschin, A. M., Zur Frage über die Bildung des Anthocyans in Blättern der Rose.

Berichte d. deutsch. botan. Gesellsch. 1914. **32**, 386.

Die Entstehung des Anthocyans in der Zelle durch Vermittlung bestimmter plasmatischer Organe hat in der letzten Zeit von mehreren Forschern eine eingehende Erörterung erfahren. Nach den sich auf bestimmte Fälle beziehenden Befunden von Politis hat sich besonders Guilliermond für die Annahme besonderer Cyanoplasten eingesetzt und angegeben, daß er direkt beobachtet hätte, wie um den Zellkern gelagerte Chondriokonten sich verdicken, rotes Pigment ausbilden, schließlich in Form von Kügelchen in Zellsaftvakuolen eindringen, in denen sie sich auflösen. Pensa nimmt gleichfalls für die Chondriokonten die Funktion der Anthocyanbildung in Anspruch, beschreibt jedoch den Vorgang der Formierung von Anthocyanvakuolen ganz anders als Guilliermond. Nach Pensa sind auch die Mitochondrien beteiligt; sie bilden ein Netz, eine wabige Masse, aus der dann die Anthocyan führenden Vacuolen hervorgehen. Zweifellos ist strengste Kritik allen diesen Beschreibungen gegenüber am Platze. Löwschin steht denn auch bereits vielen dieser Angaben mit skeptischer Kühle gegenüber. Vor allem macht er darauf aufmerksam, daß die von Pensa geschilderten Erscheinungen sehr wohl einem abnormen Zellzustand entsprechen könnten. In der Tat haben die Erfahrungen von Boresch über ähnliche fadenartige Zellstrukturen deutlich gezeigt, wie leicht dieselben durch die abnormen Lebensbedingungen der Zellen im Präparat sich ändern lassen. Zu einer bestimmten Meinung kommt aber auch Löwschin in seiner kurzen Mitteilung noch nicht, und man wird die

Veröffentlichung seiner ausführlichen Untersuchungen abwarten müssen, ehe ein abschließendes Urteil über seine Ergebnisse gefällt werden kann. Sehr beachtenswert ist die aus den Bemerkungen des Verf.s hervorleuchtende Auffassung, daß möglicherweise die »Cyanoplasten« keine Plasmaorgane sind, sondern daß jene Körnchen und Fäden nur aus der Muttersubstanz des Anthocyans bestehen. Tatsächlich könnten gerbstoffartige aromatische Stoffe durch ihre Löslichkeitsverhältnisse, die oft jenen der Fette sehr ähnlich sind, sehr gut solche »myelinartige« Körperchen in der Zelle erzeugen, wenn sie sich in größerer Menge zu bilden beginnen. Doch betont Verf., daß er die Frage nach der Beteiligung der Mitochondrien bei der Anthocyanbildung noch für eine offene hält. Czapek.

Arpád, Paál, Über phototropische Reizleitungen. (Vorläufige Mitteilung.)

Berichte d. d. bot. Ges. 1914. **32,** 499—502.

Boysen-Jensen hat in seiner Arbeit »Über die Leitung des phototropischen Reizes in der Avenakoleoptile« folgenden interessanten Versuch mitgeteilt: Werden abgeschnittene Koleoptilspitzen mit Hilfe von 10proz. Gelatine wieder auf die Stümpfe aufgesetzt und die Spitze allein einseitig belichtet, so tritt eine Krümmung sowohl der Spitze als der unbelichteten Basis ein: Es wird demnach der Lichtreiz von der Spitze über die Schnittflächen nach der Basis geleitet. Dieses Experiment ergab eine einfachere Vorstellung über die Natur der phototropischen Reizleitung, als sie Fitting auf Grund seiner Versuche hatte bilden müssen. Es erlaubt nämlich den Schluß, daß die Reizleitung wenigstens zum Teil auf einem Diffusionsvorgang beruht.

Diese Dekapitationsversuche wurden nun mit gleichem Erfolg von dem Verf. nachgemacht; und zwar mit Keimlingen von Avena, Coix und Andropogon Sorghum. Die Reaktion war schwächer und trat später ein als bei unverwundeten Keimlingen. Die Krümmung trat auch dann in der Basis auf, wenn ein mit Gelatine getränktes Scheibchen aus spanischem Rohr zwischen die Schnittflächen gelegt wurde. Der Verf. macht in dieser vorläufigen Mitteilung keine Angaben über die benützte Lichtstärke. Es scheint aber, dies sei betont, daß nicht ganz ausschließlich der Spitzenteil belichtet wurde; denn der Verf. gibt an, daß nach Kontrollen das unterhalb des Schnittes auffallende Licht nicht die Ursache der Krümmung sein könne.

Vielleicht wäre folgender, im Straßburger bot. Institut zum Vorschlag gekommener Versuch einwandfreier: Die dekapitierte Spitze

wird einseitig belichtet und erst nach der Reizung wieder auf den Stumpf aufgesetzt. Jedenfalls ist vor einer endgültigen Annahme der Boysen-Jensenschen Anschauung über die Natur der Reizleitung noch die ausführliche Arbeit des Verf.s zu erwarten. Verf. stellt noch Untersuchungen über die Reizleitung bei einseitiger Verletzung und über Wundkrümmungen in Aussicht. M. M. Riß.

Knoll, F., Zur Ökologie und Reizphysiologie der Androeceums von Cistus villosus.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1914. **54,** 498—527.

Zur Auslösung der Reizbewegung bei den Staubfäden von Cistus villosus genügt keineswegs, wie frühere Autoren behauptet haben, eine beliebige Berührung, vielmehr ist dazu eine kräftige Einbiegung der Filamentbasis nach der Narbe zu oder nach der Seite hin nötig, während die gleiche Einbiegung nach außen ohne Erfolg bleibt. Die Reizbewegung ist eine Krümmung der Filamentbasis nach außen. Sie wird mit mäßiger Geschwindigkeit, im Verlaufe einiger Sekunden ausgeführt. Bald beginnt dann der Rückgang zur ursprünglichen Ruhelage, die freilich niemals wieder völlig erreicht wird. Nach mehrfacher Reizung nehmen deshalb die Filamente eine nach außen gekrümmte Lage ein, die sie ohne Reizung erst durch ihre Altersepinastie am Mittag nach dem Aufblühen einnehmen würden. — Während der Rückkrümmung, die etwa 8 Minuten nach der Reizung beendet ist (bei günstigen Außenumständen aber auch erheblich schneller verlaufen kann), ist eine neue Reizung erfolglos; sie stört aber auch die Rückregulation nicht. Reizt man in Pausen von 10 Minuten, so ist jeder Reiz von der vollen Bewegungsreaktion begleitet. Reizleitung auf die Nachbarfilamente wurde nicht beobachtet. Perzeptionszone und Motionszone fallen zusammen. Da auch auf Längszug die Reaktion erfolgt, dürfte bei der gewöhnlichen Reizung wesentlich der Zug der Außenseite maßgebend sein.

Weitere, naheliegende physiologische Fragen hat Verf. nicht untersucht. Dagegen hat er sich mit der ökologischen Bedeutung der Erscheinung beschäftigt. Da die Pflanze selbststeril ist, kann die Reizbewegung nur den Sinn haben, die Kreuzung zu fördern. Das tut sie auch aus folgenden Gründen: Beim Aufblühen ist die Narbe von den Antheren ganz verdeckt, die Blüte also, wie Verf. sagt, in einem männlichen Stadium. Blüht sie ohne Reizung ab, so tritt das weibliche Stadium, bei dem die Narben frei zutage liegen, erst am Mittag ein. Da alle Exemplare zu gleicher Zeit im gleichen Stadium sind, so wäre Fremdbestäubung schwierig. Wenn aber nach Insektenbesuch am Morgen

Reizung erfolgt, so geht für einige Minuten das männliche in das weibliche Stadium über, die einzelnen Blüten sind also jetzt in verschiedenen Stadien. Im ganzen erscheint demnach die Reizbarkeit dem Verf., wenn auch nicht nötig, so doch nützlich. Jost.

Simon, S. V., Studien über die Periodizität der Lebensprozesse der in dauernd feuchten Tropengebieten heimischen Bäume.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1914. **54**, 71—187.

Ähnlich wie Volkens (vgl. Zeitschr. f. Bot. 4, 643) hat auch der Verf. die Periodizität in den dauernd feuchten Tropengebieten durch Beobachtung in der Natur (in Buitenzorg) zu fördern gesucht. Er bringt einerseits wertvolle Bestätigungen und Ergänzungen zu der Darstellung von Volkens; er hat ohne die Studien dieses Forschers zu kennen, vielfach dieselben Species, ja sogar oft dieselben Exemplare untersucht. Andererseits geht er über Volkens hinaus, da er sich nicht auf Blattfall und Blattbildung beschränkt, sondern auch das Dickenwachstum und den Stoffwechsel in den Kreis seiner Beobachtung zieht.

Nachdem in ausführlicher Weise die Einzeltatsachen zusammengestellt sind, berichtet ein allgemeiner Abschnitt der Abhandlung zusammenfassend über die periodischen Erscheinungen in den Tropen und im Schlußwort werden deren Ursachen diskutiert. — Das wichtigste Resultat bezüglich der äußerlich sichtbaren Wachstumserscheinungen ist, daß in dem günstigen Klima Westjavas nur ganz wenige Bäume dauernd Blätter produzieren. Die große Mehrzahl unterbricht die Blattbildung durch Perioden der Ruhe, deren Zahl und Dauer recht verschieden sein kann. Entsprechend verhält sich das Cambium; besonders bei den Bäumen, die längere Zeit ganz kahl stehen, ist auch die Ruhe des Cambiums eine sehr ausgesprochene, über Monate sich erstreckende. Bei anderen ist sie kürzer. Eine Metamorphose der Reservestoffe, wie sie bei der einheimischen Baumwelt im Winter sich einstellt, konnte in Buitenzorg nicht nachgewiesen werden.

Die Ursachen des Wechsels zwischen Wachstum und Ruhe erblickt Verf. weder allein in klimatischen Ursachen noch allein in inneren Ursachen. Daß diese Bäume nicht kontinuierlich, sondern stoßweise ihre Blätter entfalten, soll durch ihre spezifische Struktur bedingt sein, also eine erbliche und unabänderliche Eigenschaft sein, wann sie ruhen oder wachsen, soll vielfach durch äußere Faktoren direkt oder indirekt be-

stimmt werden. So setzt sich Verf. in Gegensatz zu den Anschauungen von Klebs, die er ebenso wie andere, auf diesem Gebiete geäußerte eingehend diskutiert. Jost.

Klebs, G., Über das Treiben der einheimischen Bäume speziell der Buche.

Abhandl. d. Heidelberger Akad. d. Wiss. math. nat. Klasse, 3. Abh. 1914. 4⁰. 116 S. mit 20 Textfig.

Wie schon früher in dieser Zeitschrift (**6**, 171) erwähnt wurde, ist es dem Verf. gelungen, durch elektrische Dauerbeleuchtung die Buche zu vorzeitigem Treiben zu zwingen. Er hat also die natürliche Periodizität bei einem Baume verändert, der mehr wie andere sich gegen solche Änderungen sträubt. Somit konnte man der ausführlichen Abhandlung des Verf. mit größtem Interesse entgegensehen.

Die Buchen, mit denen Verf. experimentiert, wurden in den »elektrischen Lichtraum« gebracht. Zwei solche elektrische Lichträume kamen zur Verwendung: ein kleinerer, in dem 4 Osramlampen zusammen mit 200 Kerzen brannten und ein größerer, der von einer einzigen 1000-kerzigen Osramlampe Licht empfing. Die Temperatur dieser Räume wies nur geringe Schwankungen auf und war für das Wachstum günstig. Die Feuchtigkeit der Luft war mäßig. Für Luftzirkulation war gesorgt.

Die ersten Versuche wurden mit kleinen, in Töpfen kultivierten Buchenbäumchen ausgeführt. Es zeigte sich, daß diese von September bis zum März jederzeit durch eine derartige Dauerbelichtung zur Blattentfaltung übergehen. Selbst Ende Mai gelang es, an eben mit der Triebbildung fertigen Exemplaren ein erneutes Treiben zu erzwingen. Die Zeit, die zum Treiben nötig ist, wechselt freilich je nach der Jahreszeit sehr: Im September und März genügte eine Dauerbeleuchtung von 8—10 Tagen, im November mußte diese auf 38 Tage erhöht werden. — Die im Lichtraum austreibenden Knospen verhielten sich recht verschieden. Manche zeigten ein lange Zeit (z. B. 3 Monate) fortgesetztes Wachstum, wobei sie nicht nur die in der Knospe angelegten, sondern auch eine große Anzahl neugebildeter Blätter entfalteten. Andere wuchsen periodisch, teils mit, teils ohne Ruheknospenbildung zwischen den Trieben. Demnach ist die Ausbildung der Ruheknospe bei der Buche nicht erblich fixiert, und es finden sich bei diesem Baum unter den Versuchsbedingungen des Verf. alle die verschiedenen Treibweisen, die in der Natur bald für diesen, bald für jenen Baum charakteristisch erscheinen.

Um die periodischen Erscheinungen der Buche im einzelnen zu

studieren, verwendete Verf. abgeschnittene Zweige, die in viel größerer Zahl zur Verfügung standen als Bäume in Töpfen, und die auch wegen ihrer geringen Dimensionen bequemer waren. Es zeigte sich, daß solche Zweige, wenn sie nur nicht allzu klein sind, in der elektrischen Dauerbeleuchtung wenigstens vom September ab gut getrieben werden können. Auffallenderweise gelang von Ende Juni bis Anfang August das Treiben nicht. Schon eine Bestrahlung von 24 Stunden (in der Zeit der tiefsten Ruhe aber von 48 Stunden) rief an solchen Zweigen ein meßbares Wachsen hervor, besonders wenn die Knospen am Ende etwas zurückgeschnitten worden waren. Ein eingehendes Studium des Einflusses von Licht, Temperatur, Feuchtigkeit und Nährsalzen ergab, daß hinter dem Einfluß des Lichtes alle anderen Faktoren einfach verschwinden. Es wurde darauf der Einfluß der Intensität, der Dauer und der Qualität des Lichtes näher untersucht. Die Versuche über die Bedeutung der Intensität des Lichtes wurden im Januar ausgeführt und ergaben, daß bei Dauerbeleuchtung von 250 Kerzen gar kein Treiben, bei 390 Kerzen nur ein sehr langsames Treiben erfolgt, so daß man sagen kann, 400 Kerzen sind das Minimum. Da zur Zeit der Ausführung dieser Versuche draußen sonniges Wetter herrschte, so hätte man erwarten können, daß Buchen im Gewächshaus ebenfalls treiben würden, da die ihnen zur Verfügung stehende Lichtintensität viel größer war als die des elektrischen Lichtraumes. Wenn sie tatsächlich nicht treiben, so beweist das, daß nicht nur die Intensität, sondern auch die Dauer der Beleuchtung von Bedeutung ist. In der Tat konnten speziell auf diese Frage gerichtete Versuche zeigen, daß im Januar eine 18stündige Beleuchtung pro Tag im elektrischen Lichtraum zum Treiben genügt, während eine 12stündige nicht ausreicht. Zur Zeit tieferer Ruhe (im Dezember) konnte auch durch 18stündige Beleuchtung nicht mehr getrieben werden. Aus alldem schließt Verf., daß die Lichtmenge maßgebend sei. Es wird von großem Interesse sein, diesen Schluß durch weitere, zahlreichere Versuche zu prüfen. — Was endlich die Qualität des verwendeten Lichtes anlangt, so glaubt Verf., daß diese ohne große Bedeutung sei, obwohl die Osramlampe relativ viel mehr Rot und viel weniger Blau enthält als das Sonnenlicht.

Um einen Einblick in die Wirkungsweise des Lichtes zu gewinnen, hat Verf. Treibversuche im kohlensäurefreien Raum gemacht. Im Gegensatz zu den entsprechenden Versuchen des Ref. (Ber. bot. Ges. 1894, **12**, 188) ergaben sie, daß nur bei CO_2-Gegenwart Treiben im Licht erfolgt. Es sieht also so aus, als ob das Treiben von der Assimilation abhinge. Verf. hat daher gasanalytisch diese Assimilation nachzuweisen versucht. Wie zu erwarten, hat sich gezeigt, daß bei ge-

schlossenen Knospen keine Assimilation erfolgt, so daß also die Wirkungsweise des elektrischen Lichtes noch wenig geklärt ist. Was man aber weniger erwarten konnte, ist, daß auch entfaltete Blätter im elektrischen Lichtraume so wenig assimilieren, daß sich diese ihre Tätigkeit nur durch Verminderung der Atmungsprodukte zu erkennen gibt.

Auf Grund der mitgeteilten Ergebnisse entwirft nun Verf. ein hypothetisches Bild von den Ursachen der Periodizität der Buche in der Natur. Ref. möchte hier auf das Original verweisen und nur bemerken, daß er nicht überzeugt ist, daß man die Wirkung der elektrischen Beleuchtung ohne weiteres mit der des Sonnenlichtes vergleichen darf. Die Assimilationsversuche des Verf. haben ja gezeigt, daß dieses elektrische Licht absolut keine optimalen Bedingungen für die Pflanze schafft. Da uns jeder Vergleich zwischen der Lichtmenge des Tageslichtes und der der elektrischen Bestrahlung fehlt, können wir nicht sagen, die Intensität dieses elektrischen Lichtes war zu gering; es könnte ja auch die Zusammensetzung ungeeignet, ja sogar schädlich gewesen sein. Es ist gewiß nicht unwichtig, daß die innere Ausbildung der im Dauerlicht gewachsenen Blätter an die von etiolierten Pflanzen erinnert. Ähnliches hatte Bonnier schon 1895 gefunden. Da er aber angab, daß bei kürzerer (etwa 12stündiger) Beleuchtung die Blätter weniger abnorm werden, so hatte Ref. schon damals vermutet, daß die elektrische Beleuchtung schädigend wirke. Angesichts der Ergebnisse von Klebs drängt sich dem Ref. erneut diese Vermutung auf. Ihre Konsequenz wäre dann die, daß die Wirkung der elektrischen Dauerbeleuchtung dem Erfolg anderer Stimulantien wie Äther, Radium usw. an die Seite zu stellen wäre. Mit diesen Bemerkungen wollen wir nur auffordern, die von Klebs angeregten Fragen weiter zu untersuchen, vor allem also unter Verwendung einer Lichtintensität und Qualität, die ein normales Gedeihen der Pflanze sichern, und wir wollen in keiner Weise die Bedeutung des Erfolges von Klebs, die Erzwingung vorzeitigen Treibens bei der so obstinaten Buche, verkleinern. — Bis jetzt ist dem Verf. offenbar nicht mehr gelungen, als ein vorzeitiges Treiben bei der Buche zu erzielen; er hat sie nicht etwa gezwungen, **dauernd** zu wachsen. Denn es will uns scheinen, als ob ein Wachstum von Trieben durch 3 Monate hindurch noch lange kein dauerndes sei, zumal die Bedingungen derart waren, daß sie weiterhin notwendig den Baum zum Absterben bringen mußten.

Die Schlußkapitel des Werkes seien nur kurz erwähnt. Ein Abschnitt beschäftigt sich mit der Jahresringbildung der Buche. Es wird

gezeigt, daß auch sie der experimentellen Forschung zugänglich sei. Endlich werden Mitteilungen über das Treiben anderer Bäume im Winter und das Treiben holzartiger Gewächse in der Vegetationsperiode gemacht. Ein Schlußwort unterstreicht nochmals die schon früher vom Verf. ausgesprochene These, daß es eine erblich fixierte Periodizität nicht gibt.

Jost.

Faber, F. C. von, Die Bakteriensymbiose der Rubiaceen. (Erwiderung und ergänzende Mitteilungen.)

Jahrb. f. wiss. Bot. 1914. **54,** 243.

Zum Teil, um bestehende Lücken in seiner früheren Untersuchung über denselben Gegenstand auszufüllen, zum Teil, um gewissen Einwänden zu begegnen, die der Ref. seinerzeit bei Besprechung dieser ersten Arbeit erhoben hatte (vgl. diese Zeitschrift, **5,** 175 ff. 1913) hat sich der Verfasser von neuem mit der interessanten Symbiose zwischen Rubiaceen und Bakterien befaßt und ist dabei zu einigen bemerkenswerten neuen Resultaten gekommen, die erwähnt werden mögen. Eine erneute Prüfung der N-Bindung der Rubiaceensymbionten unter Berücksichtigung einiger vom Ref. geäußerten Bedenken ergab, daß namentlich die Symbionten von Pavetta Zimmermanniana erhebliche Mengen von N tatsächlich zu binden vermögen. Vor allem hat dann der Verf. durch Infektionsversuche den vorher noch ausstehenden wichtigen Nachweis zu erbringen gesucht, daß die von ihm aus Pavetta Zimmermanniana isolierten Bakterien wirklich die echten Symbionten der Pflanze sind. Er behandelte 45 Samen mit heißem Wasser, so wie er dies früher geschildert hat, und erhielt 29 Keimlinge, von denen er wegen ihres verspäteten Keimens annimmt, daß sie wirklich bakterienfrei sind. Die aus ihnen auflaufenden jungen Keimlinge infiziert er dann mit Reinkulturen von seinem Symbionten, indem er die Impfmasse zwischen die beiden vorsichtig gelockerten Kotyledonen bringt. Von diesen solchergestalt geimpften Pflänzchen zeigten 18 kleine Bakterienknötchen auf ihren Blättern, die zunächst spärlicher und kleiner sind und erst an den später gebildeten Blättern in normaler Zahl und Gestalt auftreten.

Was die übrigen meist kritischen Auseinandersetzungen über den Kampf zwischen Symbionten und befallenen Pflanzen sowie die systematische Stellung der Bakterien angeht, so erübrigt sich hier eine nähere Diskussion wohl; zu einigen Streitfragen kann Ref. vielleicht später Gelegenheit nehmen, sich zu äußern. Da er im Heere ist, verschiebt sich freilich die Veröffentlichung des zweiten Teiles.

seiner Ardisia-Studien in unbestimmte Ferne. Er möchte aber schon jetzt gern einräumen, daß, wie ihm auch manche anderen inzwischen gesammelten Erfahrungen gezeigt haben, eine zu weitgehende Parallelisierung der Pavetten- und Ardisiensymbiose nicht so fruchtbar zu sein scheint, wie er es ursprünglich im Interesse einer Klärung der Sachlage glaubte. Doch ist er andererseits der Meinung, daß auch die von v. Faber vielleicht etwas zu genau gezogene Parallele zwischen den Leguminosen- und Rubiaceensymbiose gleicherweise der unbefangenen Auffassung der Verhältnisse im Wege stehen könnte. In bezug auf den Hinweis des Verfassers, daß auch die Darstellung des Ref. auf einen Kampf zwischen Pflanze und Eindringlingen hindeuteten, möchte Ref. nachtragen, daß die hierfür etwa besonders beweisende Abbildung nach fixiertem Material gezeichnet wurde und deshalb Schrumpfungen zeigt, die im Leben nicht vorhanden sind. Miehe.

Cauda, A., und **Sangiorgi, G.,** Untersuchungen über die Mikrofauna der Böden aus Reisgegenden.

(Hyg. Institut der Kgl. Universität zu Turin.) Centralbl. f. Bakt. II. Abt. 1914. **42,** 393 ff.

Über das Kleintierleben im Boden sind gerade neuerdings eine Anzahl von Untersuchungen erschienen, die, an sich recht dankenswert, indessen unser dürftiges Wissen über die Bedeutung der im Boden lebenden Protozoen bisher nur ungenügend erweitert haben. Die Verff. haben norditalienische Böden untersucht, indem sie verschiedene Nährlösungen mit Bodenproben beimpften und von Zeit zu Zeit die Protozoen-Fauna (Amöben, Flagellaten, Ciliaten) der Lösung untersuchten. Die Ergebnisse ihrer Untersuchung bestätigten, wie zu erwarten, daß die Zusammensetzung der Nährlösung »einen bestimmten Einfluß auf die Entwicklung von Protozoen auszuüben« scheint. Bald entwickelten sich die Angehörigen der einen, bald die der anderen Gruppe von Protozoen. Aus Böden von Reisfeldern erhielten die Verff. nur Amöben, was sie für sehr bemerkenswert halten. Da die Untersuchungen sich nur auf 6 Böden erstrecken, so dürfte einige Vorsicht in der Verallgemeinerung dieses Ergebnisses und in seiner Deutung als Wirkung des Reisbaues am Platze sein. Wenn Ref. diesen Vorbehalt macht, so möchte er damit keineswegs der Anschauung entgegentreten, daß die Art der Vegetation »ganz besondere Einflüsse auf die Lebensfähigkeit der tierischen Bodenkleinlebewesen ausübten«.

Behrens.

Salomon, Hans, Über das Vorkommen und die Aufnahme einiger wichtiger Nährsalze bei den Flechten.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1914. **54,** 309.

Diese aus dem Stahlschen Institute stammende Arbeit bringt einerseits kritische Beiträge zur mikrochemischen Untersuchung auf Phosphate, Magnesia, Kali, Nitrat, Ammoniak und Kalk, andererseits manche Aufklärungen über die Art und Weise, in welcher Flechtenpilz und Flechtenalge sich an der Mineralstoffversorgung des Flechtenkörpers beteiligen. Bezüglich des Nachweises von PO_4 hält Verf. dafür, daß die Methode von Macallum-Weyland nur mit Vorsicht zu benutzen sei. Er selbst bevorzugte die alte Magnesium-NH_3-Methode zum Nachweise der anorganischen PO_4 und nach Einwirkung von HCl das Molybdän-Salpetersäure-Reagens zur Ermittlung des organischen Phosphors. Flechtenpilz und Alge können gleich viel oder ungleich viel PO_4 enthalten. Sehr geeignet zur Untersuchung waren Peltigera-Arten. Es ließ sich zeigen, daß die Rhizinen PO_4 aus dargereichter Lösung aufnehmen, und die Alge sich hieraus mit P versorgen läßt. Der Gehalt an Mg, nachgewiesen mit ammoniakalischem Dinatriumphosphat, war schwankend; bisweilen war die Reaktion in der Alge stärker als in den Hyphen. Hinsichtlich des Kaliumnachweises kritisiert Verf. die von Weevers und Weyland angegebene Modifikation der Kobalt-Natriumnitrit-Methode von Macallum. Kali war in Hyphen und Gonidien stets nachzuweisen. Nur in den Gonidien der Gallertflechten fand sich sehr wenig Kali oder fehlte ganz, wohl durch Exosmose. Doch muß man sich daran erinnern, daß auch in Oscillarien Kali von Weevers und Macallum vermißt worden war. Brauchbar erwies sich die zum erstenmal in der Botanik angewendete Purpurinmethode (unter Anwendung von Anthrapurpurin) zum Nachweise von Kalksalzen. Kalk kann bisweilen in den Gonidien fehlen; die Pilzhyphen enthalten anscheinend immer Kalk. Die Nephroma-Palmellaceengonidien waren kalkarm, die Nostocgonidien in der gleichen Gattung ziemlich kalkreich. Nitrate und Nitrite in Flechten nachzuweisen gelang nur in wenigen Fällen. Übrigens war kein einziges Nitratreagens vollkommen verläßlich. Für Ammoniak ist nach Verf. Neßlers Reagens mit Kritik angewendet durchaus hinreichend. Doch kann man damit nicht direkt an den Schnitten arbeiten, weil manche Flechtensäuren mit diesem Reagens ähnlich gefärbte Niederschläge geben, wie Ammoniak. Deshalb müssen Flechtenstückchen, nach sorgfältigem Auswaschen mit MgO destilliert werden. So gelang es überall NH_3 nachzuweisen. Allerdings bleibt die Frage offen, ob nicht bei diesem Verfahren Amide zerlegt worden sind.

Verf. trachtete diesen Fehler dadurch zu vermeiden, daß er die Temperatur nicht über 40⁰ ansteigen ließ. Hier wären aber doch noch weitere Erfahrungen nötig. Czapek.

Acton, Elizabeth Observations on the Cytologie of the Chroococcaceae.

Annals of botany. 1914. **28,** 433—454. Taf. XXXIII, XXXIV.

Im Gegensatz zu den meisten anderen Cyanophyceenforschern untersuchte die Verf. die von ihr als primitiv angesprochenen Chroococcaceae. Auch hier war ein Kern, identisch mit dem der höheren Pflanzen, nicht nachweisbar, obgleich bei einzelnen Arten ein dauernder kernartiger Zentralkörper aufgezeigt werden konnte. Allen (fixiert und gefärbt!) ist in der Grundsubstanz ein feines Netzwerk eigen, dessen verdickte Anastomosen die plasmatischen Mikrosomen darstellen, die in der gefärbten Peripherpartie der Zelle, die Konzentrationszentren für die Assimilate bilden sollen. Meist gibt es keine scharfe Grenze zwischen Zentral- und Peripher-Plasma, obwohl im allgemeinen ersteres Chromatin-, letzteres Cyanophycin-reicher ist. Von den untersuchten Typen steht Chroococcus turgidus tiefer, hier finden sich auch nicht vorübergehend kernartige Aggregationen, obwohl die zentralen Mikrosomen oft Chromatinreaktion geben und es auch oft spez. vor der Teilung zu einer ausgiebigen Metachromatinanreicherung kommt. Bei der Teilung ordnet sich hier auch das Netzwerk der Grundsubstanz im Zentrum auffallend fädig. Dagegen tritt bei Merismopedia elegans vor der Teilung eine lokalisierte Anhäufung von Chromatin (oder eine ähnliche Substanz) auf, die sich bei der Teilung diffus in die Tochterzellen aufteilt. Merkwürdigerweise zeigt M. glauca diesen vorübergehenden Zentralkörper nicht. — Ein solcher scheint aber dauernd vorhanden zu sein bei Chroococcus macrococcus, wo er einen mächtigen Chromatinmantel und eine zentrale Saftvakuole besitzt; außerdem ist hier das periphere Plasma bereits recht struktriert und alveoliert.

Jedenfalls geht aus der Arbeit der Verf. hervor, daß sich die Cyanophyceen in bezug auf Plasmadifferenzierung sehr verschieden verhalten können, und Ref. meint, daß sich damit die so verschiedenen und so widersprechenden Angaben anderer Forscher teilweise erklären lassen. Ob aber diese Resultate bereits zu einer chemisch-morphologischen Phylogenese des Zentralkörpers hinreichen, wie sie die Verf. versucht, kann fraglich erscheinen; schon im Hinblick auf die vage Umgrenzung der dabei in Betracht kommenden Substanzen, die Unsicherheit und Mehrdeutigkeit der Reaktionen, und dann das geringe

Tatsachenmaterial. Es kann auch darüber diskutiert werden, ob die einzelligen Chroococcaceae (unter denen doch auch manche sekundär reduzierte Formen sind) schon deshalb als sicher primitiv anzusprechen sind; gerade bei den Algen sehen wir oft, daß Einzelligkeit und einfache geometrische Raumverhältnisse gar nichts mit Primitivität zu tun haben.

In den tatsächlichen Ergebnissen aber erscheint die Untersuchung der Verf. als viel verwertbarer Beitrag zur Cyanophyceenfrage, umsomehr als die Verf. die Objekte in den verschiedensten Zeiten und unter den verschiedensten Bedingungen untersuchte. Vielleicht darf der Ref. auch hier aufmerksam machen, wie wünschenswert es wäre, wenn auch die Chamaesiphonaceae mit ihrer Vielzellbildung ebenso gründlich, wie diesmal die Chroococcaceae, untersucht würden, trotzdem die Cyanophyceenfrage in den letzten Jahren an Dringlichkeit verloren hat. A. Pascher.

Winge, O., The pollination and fertilization process in Humulus lupulus L. and H. Japonicus Sieb et Zucc.

Compt. rend. trav. Laborat. Carlsberg. 1914. **11,** 1—46.

Der in der Überschrift angezeigte Gegenstand ist zwar schon von mehreren Seiten eingehend bearbeitet worden, es sei nur an die entsprechenden Arbeiten von Zinger (1898) und Modilewsky (1908) erinnert, die speziell auch die cytologischen Details berücksichtigten: Verf. unterzog das Ganze trotzdem einer Nachuntersuchung und konnte mehrere wichtigere Korrekturen vornehmen.

Am bedeutsamsten ist wohl der Nachweis, daß, entgegen der Annahme von Zinger, eine Mikropyle immer noch vorhanden ist und daß die Befruchtung durchaus nicht an den von Nawaschin studierten Ulmus-Typus erinnert. Verf. sagt direkt, daß Zinger durch Nawaschin gewissermassen »hypnotisiert« sei und sich nun bemüht habe, Ähnlichkeiten mit dessen Objekten herauszufinden. Demgegenüber wird vom Verf. gezeigt, daß die Pollenschläuche bei beiden Humulus-Species gerade auf die Nucellus-Spitze zuwachsen. Freilich können auch die Integumente dabei vorher durchzogen werden, aber das ist unwesentlich, da es nicht durchweg vorkommt.

Die cytologische Schilderung der Entwicklung von Anthere und Samenanlage zeigt uns, daß im großen und ganzen die vorliegenden Beschreibungen korrekt sind. Besonders verweilt Verf. bei der Ausbildung der Tapetenzellen, da hier sehr schöne Kernfusionen zu beobachten waren. Die eigentümliche Tatsache, daß gerade in diesem

Gewebe so oft Kerne mit hohen Chromosomenzahlen zustande kommen (2 mal 2x resp. 4 mal 2x wertige) faßt Verf. als physiologisch zweckentsprechend auf. Denn es scheint allgemein eine erhöhte Chromosomenzahl, eine Hyperchromasie, bei intensiverer Stoffwechseltätigkeit von Nutzen zu sein. Diese macht sich im Tapetum vornehmlich während der Tetradenteilung der Pollen-Mutterzellen geltend. Verf. vergleicht damit die Vorgänge im Endosperm, und sieht den physiologischen Effekt der Doppelbefruchtung auch in einer Erhöhung der Chromosomenzahl auf mindestens 3x-Chromosomen; dazu kämen noch die zahlreichen hier beschriebenen Kernfusionen, die die Hyperchromasie erhöhten. Die Mitosen in den Tapetenzellen in Parallele zu den meiotischen Teilungen zu setzen, ist nach Verf. nicht gerechtfertigt, die wohl zuerst von Rosenberg in der neueren Zeit ausgesprochene Theorie, die dann von Bonnet verfochten wurde, das Tapetum als eine Art von steril gewordenem Archespor aufzufassen, scheint ihm durchaus unbegründet.

Die haploiden Chromosomenzahlen werden für Humulus Lupulus auf 10, für Humulus Japonicus auf 8 festgestellt (die gleichzeitig von Tournois publizierten Angaben, daß beiden Species die Zahl 10 zukomme, hält Verf. für unrichtig). Von besonderem Interesse mußte darum ein Bastard zwischen beiden sein. Ein Kreuzungsversuch H. japonicus ♀ × Lupulus ♂ glückte überhaupt nicht, ein solcher von H. Lupulus ♀ × H. japonicus ♂ ließ wenigstens kleine Bastard-Embryonen hervorgehen. Aber diese kamen nicht über höchstens 200 Zellen, und die Chromosomenzahl ließ sich nicht bestimmen. Dann starben die Keimlinge ab, und die äußerlich zu guten Früchten auswachsenden Ovarien waren schließlich leer. Es ist zu bedauern, daß lebensfähige Hybriden sich nicht aufziehen ließen, weil die beiden Eltern in ihrer Biologie so sehr voneinander abweichen: H. Lupulus perenniert bekanntlich, H. japonicus ist einjährig.

Von sonstigen Beobachtungen des Verf. möchte Ref. noch auf die Abnormitäten verweisen, die p. 26 ff. geschildert werden. Einmal wurden »monöcische« Hopfen-Pflanzen gesehen, in deren ♂ Blüten die Pollen-Mutterzellen es nicht mehr bis zur Tetradenbildung brachten und ebenso wie die Tapetenzellen frühzeitig abstarben, und ein anderes Mal bemerkte Verf., wie an einer anscheinend ♀ Pflanze ♂ Inflorescenzen mit Lupulindrüsen vorhanden waren, deren Blüten in ihren Antheren eine eigentümliche »unsuccessful apospory« zeigten. An Stelle des Archespors war nämlich ein sehr dünnwandiges Parenchym getreten. Jedenfalls zeigen diese Funde wieder einmal, daß die Diöcie der Blütenpflanzen nichts »absolutes« ist, das andere Geschlecht doch

unter bestimmten Umständen auftreten kann. Und im Anschluß daran ist die Tatsache wichtig, daß denn auch besondere »Geschlechtschromosomen«, die bei so vielen Tieren existieren, sich nicht finden ließen. Das ist ja durchaus im Einklang mit den bisher gültigen Angaben. — Zuletzt will Ref. noch die Beobachtung des Verf. erwähnen, daß die zweierlei Sorten von Endospermkernen, die Modilewsky beschreibt, nicht aufzufinden waren. G. Tischler.

Tammes, Tine, Die Erklärung einer scheinbaren Ausnahme der Mendelschen Spaltungsregel.

Recueil des Travaux botaniques Neerlandais. 1914. **11,** 54—69.

Bei Kreuzungen zwischen weiß- und blaublühenden Linum-Rassen fand die Verf. Zahlenverhältnisse, die sich dem monohybriden Schema annäherten, jedoch immer von diesem um ein wenig verschieden waren. Es kamen in allen Spaltungen zu wenige weißblühende Pflanzen vor, und zwar war das Verhältnis zwischen weiß und blau wie 3,181:0,819.

Es zeigt sich nun, daß diese Abweichung zwei verschiedene Ursachen hat. Erstens bilden die F-1-Generation und die Heterozygoten der folgenden Generationen eine verhältnismäßig zu geringe Anzahl Samen, aus denen weißblühende Pflanzen hervorgehen werden. Die Ursachen hierzu liegen nicht in zahlenmäßig abweichender Bildung der Gameten, sondern sind wahrscheinlich in abnormer Entwicklung bei oder nach der Befruchtung zu suchen. Zweitens sind die Samen für weißblühende Pflanzen von geringerer Keimfähigkeit als diejenige, die blaublühende Pflanzen geben. Hagem.

Shull, G. H., Sex-limited inheritance in Lychnis dioica L.

Zeitschr. f. indukt. Vererbungs- und Abstammungslehre. 1914. **12,** 265.

Verf. hat mit der von Baur entdeckten schmalblätterigen Rasse von Lychnis dioica eine Reihe Kreuzungen ausgeführt. Es hat sich hierbei herausgestellt, daß die normale Breitblätterigkeit dieser Species eine geschlechtsbegrenzte Eigenschaft ist. Der korrespondierende schmalblätterige (angustifolia-) Typus hat nämlich einen rezessiven Charakter und kommt nur bei männlichen Individuen und zwar hier zu 50% vor. Die Versuche zeigen, daß alle gewöhnlich vorkommenden männlichen Pflanzen der Lychnis dioica mit Rücksicht auf den Faktor **B** für normale breite Blätter heterozygotisch sind.

Die Untersuchungen über das Verhalten dieser geschlechtsbegrenzten Eigenschaft hat das wichtige Resultat gegeben, daß bei Lychnis dioica

die weiblichen Pflanzen mit Rücksicht auf den geschlechtsbestimmenden Faktor homozygotisch, die männlichen dagegen heterozygotisch sind.

Hagem.

Kajanus, B., Zur Kritik des Mendelismus.

Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- und Vererbungslehre. 1914. **12,** 205.

In der vorliegenden Abhandlung kritisiert der Verf. die Resultate und Arbeitsmethoden der rein Mendelistischen Forschung. Er glaubt weder an identische Spaltungen und genotypische Festigkeit der Organismen noch an die Presence- und Absence-Theorie. Er zweifelt an gesetzgeregelten Koppelungsreihen, gleichsinnigen Faktoren und nähert sich der Semonschen Auffassung aller Erblichkeitsverhältnisse.

Es läßt sich nicht leugnen, daß von Seite der Anhänger des Mendelismus die gefundenen Tatsachen häufig bedauernd einseitig behandelt werden. Zu viele Hilfshypothesen sind leider auch notwendig gewesen, um eine einigermaßen befriedigende Erklärung komplizierter Kreuzungen zu geben. Dem Ref. scheint es aber verfehlt, wenn der Verf. an der Hand der schönen Untersuchungen Nilsson-Ehles den Stab über die selbstständigen, gleichsinnigen Faktoren brechen will. Die Kritik des Verf. über die Weizenkreuzungen Nilsson-Ehles ist wohl nicht berechtigt, und die hierhergehörenden Auseinandersetzungen des Verf. (auf zweite Seite seiner Abhandlung) dürfen wohl auf einem Mißverständnis beruhen, worauf hier nicht näher eingegangen werden kann.

Ganz überzeugend ist zwar nicht die Deutung, die East und Hayes ihre Kreuzungsresultate gegeben haben. Hier aber geben auch die Verf. zu, daß die Verhältnisse recht kompliziert und z. T. noch nicht zu erklären sind.

Hagem.

Belling, John, The mode of inheritance of Semi-sterility on the offspring of certain hybrid plants.

Zeitschr. f. indukt. Vererbungs- und Abstammungslehre. 1914. **12,** 303.

Verf. hat Kreuzungen angestellt zwischen den vier folgenden Arten: Stizolobium deeringianum Bort, S. hassjoo Piper und Tracy, S. niveum Kuntze und S. niveum var. (aus China). Unter den Nachkommen tritt eine höchst regelmäßige Sterilität der Pollenkörner und Embryosäcke auf. Die F-1-Generation hat 50% taube und 50% gute Pollenkörner und ebenso 50% normale und 50% nicht entwicklungsfähige Embryosäcke. In der zweiten Bastardgeneration (F-2) besitzt die Hälfte der Pflanzen nur normale, die andere Hälfte dagegen 50%

gute und 50% schlechte Pollenkörner und Embryosäcke. Die ersteren, ganz normalen Pflanzen geben in F-3 ebenso Pflanzen mit normal ausgebildeten, funktionsfähigen Keimzellen. Die halbsterilen F-2-Pflanzen dagegen geben eine Nachkommenschaft in F-3, die zur Hälfte aus normalen Pflanzen, zur Hälfte aus Pflanzen mit 50% schlechten Pollenkörnern und Embryosäcken besteht. Um diese Verhältnisse zu erklären, nimmt der Verf. an, daß zur normalen Entwicklung der Pollenkörner und Embryosäcke ein gewisser Faktor notwendig ist.

Dieser Faktor ist bei S. deeringianum und den drei anderen oben erwähnten Arten verschieden, und zwar muß der erstere einen bestimmten Faktor für sich, die drei übrigen einen anderen Faktor gemeinsam haben. Hagem.

Engler, A., Über Herkunft, Alter und Verbreitung extrem xerothermer Pflanzen.

Sitzgsber. Preuß. Akad. Wiss. Berlin, Phys. math. Kl. 1914. **20**, 564—621.

Die Anpassungen xerothermer Pflanzen an Standort und Klima sind in den letzten Jahrzehnten mehrfach studiert worden, dagegen wurde die Frage nach ihrer Herkunft und ihrem phylogenetischen Alter noch nicht ausführlich erörtert. Verf. legt in der vorliegenden Schrift seine Ansichten über diesen Gegenstand dar. Freilich will die Arbeit sorgfältig studiert sein, um den reichen Inhalt aufzunehmen; sie ist selbst mehr ein ausführliches Referat als eine umfangreiche Darstellung.

Der Verf. gibt zunächst eine Übersicht über die xerothermen Gewächse. Er gliedert sie 1. in solche mit reduzierten Vegetationsorganen, 2. in Pflanzen, bei denen einzelne Organe zu Wasserspeichern umgewandelt sind. Eine dritte Gruppe »mit wenig auffälliger Entwicklung der Blätter und Internodien, aber unter Einschränkung der Verdunstung« dürfte der ersten Kategorie sich anschließen lassen.

Auf Grund morphologisch-systematischer Erwägungen gelangt der Verf. zu dem Resultat, daß zwar ohne Zweifel noch in geologisch jüngster Zeit viele Xerothermen entstanden sind aus Halophyten, Hydrophyten und Hygrophyten, daß aber auch zahlreiche Typen existieren, die systematisch ganz isoliert stehen und keinerlei Anschluß an jetzt lebende Pflanzen zeigen; diesen muß ein höheres geologisches Alter zugesprochen werden. Auch die Verbreitungsverhältnisse der Xerothermen nötigen zu dem Schluß, daß schon in früheren Erdperioden ein Austausch von Wüstenelementen zwischen der alten und neuen Welt stattgefunden haben muß. »Die Existenz xerophytischer Forma-

tionen mit siphonogamen Angiospermen müssen wir schon in der Kreideperiode annehmen. Siphonogame Gymnospermen (Cycadaceen) von mehr oder weniger xerophytischer Beschaffenheit existierten schon in der Juraperiode.« Pax.

Neue Literatur.

Allgemeines.

Locy, W. A., Die Biologie und ihre Schöpfer. Übers. von E Nitardy. Mit Geleitwort von J. Wilhelmi. Fischer, Jena. *1914.* 8⁰, XII, 416 S.

Winterstein, H., Handbuch der vergleichenden Physiologie. 44. Lief. Bd. III. Physiologie des Energiewechsels. Physiologie des Formwechsels. I. Hälfte. S. 1761—1922.

—, 45. Lief. dasselbe 1923—2041, Titel und Inhalt.

—, 46. Lief. Bd. I. Physiologie der Körpersäfte. Physiologie der Atmung. II. Hälfte. S. 757—918.

—, 47. Lief. Bd. II. Physiologie des Stoffwechsels. Physiologie der Zeugung. II. Hälfte. Fischer, Jena. *1914.* 8⁰, S. 481—640.

Bakterien.

Dudtschenko, I. S., Über die Bedingungen, welche Polfärbung, Polymorphismus und eine eigentümliche Art von Involutionsformen bei den pestähnlichen Bacillen hervorrufen. (Centralbl. f. Bakt. I. *1914.* **75,** 264—272.)

Lavanchy, Ch. J., Contribution à l'étude de la flore bactérienne du lac de Genève. (Univ. Genève Inst. bot. Prof. Chodat. *1914.* [8] **12,** 1—66.)

Pilze.

Burgeff, H., Untersuchungen über Variabilität, Sexualität und Erblichkeit bei Phycomyces nitens Kunze. I. (Flora. *1914.* [2] **7,** 259—316.)

Grosbüsch, J., Über eine farblose, stark roten Farbstoff erzeugende Torula. (Centralbl. f. Bakt. II. *1914.* **42,** 625—639.)

Ludwig, A., s. unter Pilze.

Ricken, A., Blätterpilze. 11. u. 12. Lief. Th. O. Weigel, Leipzig. *1914.*

Sawada, K., Some remarkable parasitic Fungi on insects found in Japan (japanisch). (The bot. mag. Tokyo. *1914.* **28,** 307—314.)

Waterman, H. J., Über einige Faktoren, welche die Entwicklung von Penicillium glaucum beeinflussen. Beitrag zur Kenntnis der Antiseptica und Narkose. (Centralbl. f. Bakt. II. *1914.* **42,** 639 ff.)

Algen.

Maertens, H., Das Wachstum von Blaualgen in mineralischen Nährlösungen. (Beitr. z. Biol. d. Pflanzen [Cohn]. *1914.* **12,** 439—496.)

Pringsheim, E. G., Kulturversuche mit chlorophyllführenden Mikroorganismen. IV. Die Ernährung von Haematococcus pluvialis Flot. (Ebenda. 413—435.)

Flechten.

Stabinska, T. M., Recherches expérimentales sur la physiologie des gonidies du Verrucaria nigrescens. (Univ. Genève. Inst. bot. Prof. Chodat. *1914.* [8] **11**, 1—25.)
Zschacke, H., Die mitteleuropäischen Verrucariaceen II. (Hedwigia. *1914.* **55**, 289—325.)

Moose.

Herzog, Th., Zwei kleistokarpe Moose der bolivianischen Hochcordillere. (Flora. *1914.* [2] **7**, 317—326.)
Warnstorf, C., Über die vegetative Vermehrung des Pterygynandrum filiforme (Timm) Hedw. (Hedwigia. *1914.* **55**, 378—380.)

Farnpflanzen.

Jossa, M., Le développement de l'appareil conducteur dans les rhizomes des Osmundacées et Gleichéniacées. (Univ. Genève. Inst. bot. Prof. Chodat. *1914.* [8] **12**, 1—42.)
Hieronymus, G., Beiträge zur Kenntnis der Gattung Pteris. (Hedwigia. *1914.* **55**, 325—375.)
Woynar, H., Zur Nomenclatur einiger Farngattungen. (Ebenda. 376—377.)

Morphologie.

Herrig, F., Beiträge zur Kenntnis der Blattentwicklung einiger phanerogamer Pflanzen. (Flora. *1914.* [2] **7**, 327—350.)

Zelle.

König, J., und **Rump, E.**, Chemie und Struktur der Pflanzen-Zellmembran. J. Springer, Berlin. *1914.* 8°, 88 S.

Gewebe.

Jossa, M., s. unter Farnpflanzen.
Paulmann, R., Über die Anatomie des Laubblattes. (Flora. *1914.* [2] **7**, 227 bis 258.)

Physiologie.

Carl, W., Über den Einfluß des Quecksilberdampfes auf die Keimung und das erste Wachstum von Pflanzen. (Beitr. z. Biol. d. Pflanzen [Cohn]. *1914.* **12**, 435—439.)
Curtius, Th., und **Franzen, H.**, Über die chemischen Bestandteile grüner Pflanzen. 7. Mitt.: Ein Versuch zur Synthese des Blätteraldehydes (α β-Hexylenaldehyds). (Sitzgsber. d. Heidelb. Akad. Wiss. Math.-nat. Kl. A. — No. 22. C. Winter. Heidelberg. *1914.* 8°. 20 S.)
Karsten, G., Über embryonales Wachstum und seine Tagesperiode. (Zeitschr. f. Bot. *1915.* **1**, 1—54.)
Kratzmann, E., Zur physiologischen Wirkung der Aluminiumsalze auf die Pflanze. (Sitzgsber. k. Akad. d. Wiss. Wien. *1914.* 19 S.)
Lehmann, E., Über Keimverzug. (Naturw. Wochenschr. *1914.* [2] **13**, 385 bis 389.)
Linsbauer, K., Zur Kenntnis der Reizleitungsbahnen bei Mimosa pudica. (Ber. d. d. bot. Ges. *1914.* **32**, 609—621.)
Maertens, H., s. unter Algen.

Nilsson-Ehle, H., Spaltöffnungsstudien bei schwedischen Sumpfpflanzen. (Lunds universit. årsskrift. *1914.* 60 S.)

Pringsheim, E. G., s. unter Algen.

Rabinowitsch, D. M., Étude sur le rôle et la fonction des sels minéraux dans la vie de la plante. IV. L'assimilation des matières minérales par le Raphanus sativus. V. Expérience sur l'action du carbonate de calcium et du carbonate de magnésie sur le développement du Digitalis purpurea. (Univ. Genève. Inst. bot. Prof. Chodat. *1914.* [8] **15,** 1—24.)

Schnarf, K., Beiträge zur Kenntnis der Samenentwicklung einiger europäischer Hypericum-Arten. (Sitzgsber. k. Akad. d. Wiss. *1914.* 8⁰, 29 S.)

Schönfeld, E., Über den Einfluß des Lichtes auf etiolierte Blätter. (Beitr. z. Biol. d. Pflanzen (Cohn). *1914.* **12,** 351—413.)

Stabinska, T., s. unter Flechten.

Wehmer, C., Die chemische Wirkung des Hausschwamms auf die Holzsubstanz. (Ber. d. d. bot. Ges. *1914.* **32,** 601—609.)

Fortpflanzung und Vererbung.

Burgeff, H., s. unter Pilze.

Herzog, Th., s. unter Moose.

Lehmann, E., Über den gegenwärtigen Stand der Mutationstheorie. (Die Naturwiss. *1914.* **2,** 597—601.)

Systematik und Pflanzengeographie.

Ascherson, P., und **Graebner, P.,** Synopsis der mitteleuropäischen Flora. 87. Lief. Bd. V. Amarantaceae (Amarantus von A. Thellung); Nyctaginaceae; Thelygonaceae; Phytolacaceae. Engelmann, Leipzig u. Berlin. *1914.* 305—384.

Buysmann, M., s. unter Verschiedenes.

Domin, K., Beiträge zur Flora und Pflanzengeographie Australiens. 2. Lief. (Bibl. bot. *1914.* Heft 85. 121—239.)

Engler, A., u. **Prantl, K.,** Pflanzenfamilien. Ergänzungsheft III. 3. Lief. Leipzig. W. Engelmann, Berlin, *1914.*

Gleason, A. H., The introduced vegetation in the vicinity of Douglas Lake, Michigan. (Bull. Torrey bot. club. *1914.* **41,** 511—523.)

Goldschmidt-Geisa, M., Die Flora des Rhöngebirges. I. 2. Aufl. Kabitzsch, Würzburg. *1914.* 8⁰, 20 S.

Guinea, Nova, Résultats de l'expédition scientifique néerlandaise à la Nouvelle-Guinée en 1907 et 1909. Vol. VIII. 1. partie. Botanique. Livr. 6. (Schluß.) Brill, Leiden. *1914.* IV u. S. 989—1048.

Keißler, K. v., Beiträge zur Kryptogamenflora der Insel Korfu nebst einigen Standorten der albanischen Küste. (Verhandl. zool. bot. Ges. *1914.* 143—149.)

Koidzumi, G., Plantae novae Japonicae II. (The bot. mag. Tokyo. *1914.* **28,** 171—174.)

Ludwig, A., Die Gefäßpflanzen von Forbach und Umgegend sowie die darauf beobachteten schmarotzenden Pilze, Gallen und teratologischen Bildungen. I. (Beil. Jahresber. Oberrealsch. Forbach. *1914.* 8⁰, 41 S.)

Makino, T., Observations on the flora of Japan. (The hot. mag, Tokyo. *1914.* **28,** 174—186.)

Rübel, E., The forests of the western Caucasus. (The journ. of ecology. *1914.* 39—42.)

Rydberg, R. A., Phytogeographical notes on the Rocky Mountain region III. Formations in the alpine zone. (Bull. Torrey bot. club. *1914.* **41,** 459—474.)

—, Notes on Rosaceae. (Ebenda. 483—505.)

Schulz, A., Die Geschichte der phanerogamen Flora und Pflanzendecke Mitteldeutschlands, vorzüglich des Saalebezirkes seit dem Ende der Plionzänzeit. 1. T. Halle. *1915.*

Schlechter, R., Die Orchideen. 3—5. Lief. Parey, Berlin. *1914.*

Standley, P. C., New or notable species of Amaranthus. (Bull. Torrey bot. club. *1914.* **41**, 505—511.)

Angewandte Botanik.

Jahresbericht über die Fortschritte in der Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel. Bearb. v. H. Beckurts. 23. Jahrg. 1913. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen. *1914.* 8⁰, 192 S.

Went, F. A. F. C., Wetenschap en tropische landbouw. Albrecht & Co., Weltevreden. *1914.* 8⁰, 15 S.

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Allard, H. A., A review of investigations of the mosaic disease of tobacco, together with a bibliography of the more important contributions. (Bull. Torrey bot. club. *1914.* **41**, 435—458.)

Ludwig, A., s. unter Systematik und Pflanzengeographie.

Schander, R., Über Hagelbeschädigungen an Roggen, Weizen, Gerste und Hafer. (Fühlings landw. Ztg. *1914.* **63**, 557—703.)

—, Durch welche Mittel treten wir der Blattrollkrankheit und ähnlichen Kartoffelkrankheiten entgegen? (Ebenda. 225—243.)

—, Bericht der Abteilung für Pflanzenkrankheiten über die Tätigkeit im Jahre 1913. (Jahresber. Kaiser Wilhelms-Inst. f. Landw. Jahrg. *1913.* [*1914.*] 21—36.)

Wolk, P. C. van der, Onderzoekingen over de oorzaak van de »gele korrels« in de rijst en hare bestrijding. Groningen. *1914.* 8⁰, 17 S.

Technik.

Brenning, Fr., Eine einfache Wässerungsvorrichtung. (Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. *1914.* **33**, 227—229.)

Honigmann, H., Ein Hilfsapparat für die Herstellung lückenloser Schnittweine, speziell für Rekonstruktionen. (Ebenda. 224—235.)

Romeis, B., Ein Wässerungsapparat. (Ebenda. 236—240.)

Wolff, M., Klapp-Reflex-Kameras mit doppeltem Bodenauszug als Universalinstrumente für wissenschaftliche Makro- und Mikrophotographie. (Ebenda. *1914.* **31**, 202—217.)

Wychgram, E., Über neue Prinzipien der Mikroprojektion. (Ebenda. 218—223.)

Verschiedenes.

Buysman, M., Botanischer Garten in Nongko Djadjar bei Lawang (Ost-Java). (Flora. *1914.* [2] **7**, 251—269.)

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.


SEMPER BONIS ARTIBUS

Hofbuchdruckerei Rudolstadt

ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG JOST · FRIEDRICH OLTMANNS
HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH

SIEBENTER JAHRGANG DRITTES HEFT

MIT 2 ABBILDUNGEN IM TEXT



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1915

Monatlich erscheint ein Heft im Umfange von 4—5 Druckbogen
Preis für den Jahrgang: 24 Mk.

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Manuskripte, Bücher usw.) bitten wir zu richten an
Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. **Oltmanns, Freiburg i. Br.,** Jacobistr. 23

Inhalt des dritten Heftes.

I. Originalarbeit.

II. Besprechungen.

Das Honorar für die Originalarbeiten beträgt Mk. 30.—, für die in kleinerem Drucke hergestellten Referate Mk. 50.— für den Druckbogen. Dissertationen werden nicht honoriert. Die Autoren erhalten von ihren Beiträgen je 30 Sonderabdrücke kostenfrei geliefert. Auf Wunsch wird bei rechtzeitiger Bestellung (d. h. bei Rücksendung der Korrekturbogen) eine größere Anzahl von Sonderabzügen hergestellt und nach folgendem Tarif berechnet:

Jedes Exemplar für den Druckbogen	10	Pfg.
Umschlag mit besonderem Titel	10	„
Jede Tafel einfachen Formats mit nur einer Grundplatte	5	„
Jede Doppeltafel mit nur einer Grundplatte	7,5	„
Tafeln mit mehreren Platten erhöhen sich für jede Platte um	3	„

Über den Geotropismus der Grasknoten.

Von

M. M. Riß.

Einführung.

Im Jahre 1884 veröffentlichte Elfving eine kurze Arbeit »Über das Verhalten der Grasknoten am Klinostat« (1884 Ofversigt Finska Wetensk. förhandlingar.). Er hatte gefunden, daß »Knoten von Avena elatior, welche in normaler Lage ihr Wachstum fast abgeschlossen haben, ein erneutes und zwar allseitiges Längenwachstum zeigen, wenn man sie durch Rotation am Klinostat „dem krümmenden Einfluß der Schwerkraft" entzieht«. In den folgenden Tabellen stellt Elfving seine Versuchsergebnisse zusammen. »In der ersten Kolumne ist die ursprüngliche Länge der aufrechtgestellten Knoten (A) in Mikrometerteilen angegeben; in der zweiten der entsprechende Zuwachs nach angegebener Zeit. Die dritte und vierte Kolumne enthält dieselben Daten für die horizontal gelegten, rotierenden Knoten (B). Unten in jeder Tabelle stehen die Mittelwerte.« Der Wert eines Teilstriches beträgt 0,033 mm. Der leichteren Übersicht wegen seien in einer 5. Kolumne die Mikrometerteile der 4. Kolumne in mm umgerechnet von mir beigefügt.

Versuchsdauer 44 Stunden.

A		B		
105	5	102	14	0,462 mm
82	0	83	1	0,033 „
90	6	92	12	0,396 „
88	0	86	8	0,264 „
61	0	67	6	0,198 „
69	4	63	11	0,363 „
79	4	80	4	0,134 „
72	3	69	1	0,033 „
59	0	62	2	0,066 „
78,3	**2,4**	78,5	**6,4**	0,216 mm

Versuchsdauer 42 Stunden.

A		B		
89	2	89	9	0,297 mm
82	2	86	21	0,693 „
87	1	81	14	0,462 „
67	0	64	11	0,363 „
88	0	89	6	0,198 „
54	1	52	7	0,231 „
55	2	55	10	0,330 „
58	1	54	11	0,363 „
73	3	76	13	0,429 „
72,5	**1,3**	71,8	**11,3**	0,374 mm

Versuchsdauer 65 Stunden.

A		B		
57	4	59	21	0,693 mm
68	8	68	26	0,858 „
71	2	75	10	0,330 „
57	7	56	22	0,726 „
55	4	55	7	0,231 „
61,6	**5,0**	62,6	**17,2**	0,567 mm

Aus den Elfvingschen Tabellen ist ersichtlich, daß die auf dem Klinostaten rotierten Knoten eine größere Wachstumszunahme zeigen als die vertikal stehenden Kontrollknoten. An und für sich ist der Zuwachs nicht sehr bedeutend. 0,858 mm Zuwachs nach einer Rotationsdauer von 65 Stunden ist der höchste Wert, der erreicht wird. Der Unterschied zwischen den rotierten Exemplaren und den Kontrollknoten ist aber deutlich.

Elfving schreibt die Wiederaufnahme des Wachstums auf dem Klinostaten dem Einfluß der diffus wirkenden Schwerkraft zu. Dagegen spricht Pfeffer die Vermutung aus, daß die Wiederaufnahme eine Folge der Aufhebung der Schwerewirkung in der Längsrichtung sein könnte. Diese Vermutung gewann an Wahrscheinlichkeit, nachdem für Wurzeln nachgewiesen war, daß die Schwerkraft, die in der Organachse angreift, einen hemmenden Einfluß auf die Wirkung des einseitigen Schwerereizes ausübt. In dieser Arbeit soll nun geprüft werden, ob die Wiederaufnahme des Wachstums auf dem Klinostaten dem Einfluß der senkrecht zur Organachse angreifenden Schwerkraft zuzuschreiben ist, wie Elfving meint, oder ob die Aufhebung der Längskraft die Erweckung des Wachstums bewirkt. Außerdem ist ein etwaiges Zusammenwirken der diffusen und der in der Längsrichtung angreifenden Kraft in Betracht zu ziehen. Die Versuche wurden im bota-

nischen Institut im Frühjahr 1913 und 1914 ausgeführt. Herrn Professor Jost sei für seinen bei dieser Arbeit erteilten Rat und seine bereitwillige Unterstützung bestens gedankt.

Ich wiederholte zuerst die Elfvingschen Versuche. Aus Gründen, die in dem betreffenden Abschnitte erwähnt werden, reizte ich außerdem Grasknoten in der Horizontallage auf zwei antagonistischen Flanken. Um den Einfluß der in der Längsrichtung angreifenden Schwerkraft kennen zu lernen, wurden Versuche angestellt, bei welchen die Halme vertikal standen und in dieser Stellung durch eine Fliehkraft senkrecht zur Organachse gereizt wurden. Auch hier wurde der Reiz allseitig und zweiseitig zugeführt.

Das Versuchsmaterial und seine Behandlung.

Als Material benutzte ich Secale cereale, Triticum vulgare, Triticum durum, Hordeum bulbosum, Avena brevis. Die Knoten dieser Gräser reagierten ungefähr gleich gut, außer Triticum vulgare, das sich als weniger empfindlich erwies. Die Grashalme wurden 16 bis 20 cm unterhalb und 6 cm oberhalb des Knotens abgeschnitten; am oberen und am unteren Rand des Knotens wurde eine Tuschemarke angebracht und ihr Abstand mit Hilfe eines Leitzschen Horizontalmikroskopes gemessen. Ein Mikrometerteilstrich entsprach 0,1 mm. Gemessen wurde bei weißem Licht, das senkrecht von oben auf den Halm fiel. Die Halme standen in Glasgefäßen, auf deren Boden sich feuchte Sägespäne befanden. Um günstige Feuchtigkeitsverhältnisse zu erzielen, wurden die Gefäße mit feuchtem Filtrierpapier verschlossen; außen waren sie mit schwarzem Papier bedeckt oder standen unter Dunkelstürzen. Zur Verwendung kamen möglichst gleichaltrige und ähnlich aussehende Knoten. Es wurden neben den Versuchsknoten auch Kontrollknoten benutzt, um festzustellen, ob sie ausgewachsen waren oder nicht; in den Fällen wo keine Kontrollen verwandt wurden, habe ich die Knoten 12 Stunden vor dem Beginn des Versuches gemessen und dann nur die ausgewachsenen verwendet.

Nach Abschluß eines Versuchs legte ich die Halme horizontal, um ihre Reaktionsfähigkeit zu prüfen. Die Krümmung blieb bei keinem Versuch aus. Die Knoten behielten im feuchten Raume ziemlich lange ihre Reaktionsfähigkeit. Dies zeigt folgender Versuch an:

Versuch 1.

11 Knoten von Sec. cereale wurden vertikal in ein Glasgefäß, auf dessen Boden feuchte Sägespäne lagen, gesteckt.

Nach 12 Stunden wurde Knoten 1 horizontal gelegt. In Zwischenräumen von je 24 Stunden folgten Knoten 2 und 3, 4 und 5, 6 und 7, 8 und 9, 10 und 11, so daß also Knoten 10 und 11 erst am 6. Tage, nachdem sie abgeschnitten waren, auf ihre Reaktionsfähigkeit untersucht wurden. Der Krümmungswinkel wurde täglich bis zum 5. Tag gemessen. Es ergab sich dabei folgendes:

Knoten[1]	Reaktion nach 5 Tagen	Knoten[1]	Reaktion nach 5 Tagen
1	55°	7	45°
2	58°	8	28°
3	39°	9	57°
4	49°	10	30°
5	46°	11	32°
6	26°		

Am 4. Tage begannen die Halme gelb zu werden, reagierten aber in diesem Zustande noch gut.

I. Reizung in horizontaler Stellung.

1. Allseitige Reizung.

a) Wiederholung der Elfvingschen Versuche:

Versuch 2. Knoten von Triticum vulgare wurden 15 Stunden auf dem Klinostaten rotiert.

	Abstand der Tuschemarken vor der Rotation	Abstand der Tuschemarken nach der Rotation	Zuwachs nach 15 Stdn.
1.	15	20	5
2.	26	26	0
3.	20	20	0

Ergebnis: Knoten 1 zeigte nach 15 Stunden Rotation einen Zuwachs von 5 Teilstrichen; Knoten 2 und 3 keinen.

[1]) Die Nummern, die die Knoten bezeichnen, sind einmal unterstrichen, wenn es der oberste, zweimal wenn es der zweitoberste Knoten des Halmes ist.

Versuch 3. Knoten von Triticum vulgare 24 Stunden rotiert.

	Abstand der Tuschemarken vor der Rotation	Abstand der Tuschemarken nach der Rotation	Zuwachs nach 24 Stdn.
1.	41	42	1
2.	25	25	0
3.	35	35	0
4.	40	40	0
5.	18	18	0
6.	50	50	0

Ergebnis: Knoten 1 zeigte nach 24 Stunden Rotation einen Zuwachs von 1 Teilstrich; Knoten 2 bis 6 keinen.

Versuch 4. Knoten von Triticum vulgare $46^1/_2$ Stunden rotiert.

	Abstand der Tuschemarken vor der Rotation	Abstand der Tuschemarken nach der Rotation	Zuwachs nach $46^1/_2$ Stdn.
1.	28	28	0
2.	27	27	0
3.	29	29	0
4.	20	20	0
5.	26	26	0
6.	15	15	0
7.	30	30	0

Ergebnis: Knoten 1 bis 7 zeigten keinen Zuwachs nach Rotation von $46^1/_2$ Stunden.

Versuch 5. Knoten von Secale cereale 24 Stunden rotiert.

	Abstand der Tuschemarken vor der Rotation	Abstand der Tuschemarken nach der Rotation	Zuwachs nach 24 Stdn.
1.	16	18	2
2.	26	30	4
3.	17	18	1
4.	14	15	1
5.	21	23	2

Vertikalstehende Kontrollknoten.

	Abstand der Tuschemarken vor der Rotation	Abstand der Tuschemarken nach der Rotation	Zuwachs nach 24 Stdn.
1.	24	24	0
2.	16	16	0
3.	23,5	23,5	0
4.	27	30	3

Ergebnis: Alle Knoten zeigten einen Zuwachs; die Kontrollknoten sind bis auf Nr. 4 ausgewachsen.

Versuch 6.

Knoten von Secale cereale 48 Stunden rotiert.

	Abstand der Tuschemarken vor	nach 22 Stdn. der Rotation	nach 48 Stdn. der Rotation	Zuwachs nach 22 Stdn.	Zuwachs nach 48 Stdn.
1.	10	10	12	0	2
2.	14	14	16	0	2
3.	10	10	15	0	5
4.	10	11	16	1	6
5.	20	20	31	0	11
6.	25	26	36	0	11
7.	10	10	13	0	3
8.	17	18	20	1	3
	Vertikalstehende Kontrollknoten.				
1.	13	13	13	0	0
2.	12	12	12	0	0
3.	14	14	14	0	0
4.	13	13	13	0	0
5.	14	14	14	0	0
6.	22	22	24	0	2
7.	15	15	15	0	0
8.	13	14	14	1	1

Ergebnis: Nach 22 Stunden zeigten Knoten 4 und 8 geringen Zuwachs; nach 48 Stunden zeigten alle Knoten einen bedeutenden Zuwachs. Die Kontrollknoten waren ganz oder nahezu ausgewachsen.

Die Versuche mit Secale cereale bestätigten die Ergebnisse Elfvings. Für Triticum vulgare konnte ich mit geringen Ausnahmen keine Wachstumsaufnahme nach 48 Stunden Rotation feststellen. Da aber Triticum vulgare bei ruhiger Horizontalexposition langsamer reagierte als Secale cereale, so ist anzunehmen, daß eine länger andauernde Rotation auf dem Klinostaten auch bei diesem Objekt das Wachstum beschleunigt.

b. Nachwirkung.

Da die Wachstumsaufnahme bei den rotierten Exemplaren erst nach ungefähr 48 Stunden sichtbar wurde, untersuchte ich,

ob eine kürzere Reizdauer etwa eine nachträgliche Wirkung hervorzurufen vermag.

Versuch 7.

Knoten von Secale cereale 1 Stunde rotiert.

	Abstand der Tuschemarken vor der Rotation	Abstand der Tuschemarken nach der Rotation	Zuwachs als Nachwirkung nach 24 Stdn.
1.	21,5	21,5	0
2.	20	20	0
3.	15	15	0
4.	11,5	11,5	0
5.	13	13	0
6.	15	16	1
7.	15	15	0

Ergebnis: 1 Stunde Rotation rief keine Nachwirkung nach 24 Stunden hervor.

Versuch 8.

Knoten von Secale cereale $1^1/_2$ Stunde rotiert.

	Abstand der Tuschemarken vor der Rotation	Abstand der Tuschemarken nach der Rotation	Zuwachs als Nachwirkung nach $23^1/_4$ St.
1.	15	15	0
2.	11,5	11,5	0
3.	13	13	0
4.	16	16	0
5.	15	15	0

Ergebnis: $1^1/_2$ Stunden Rotation riefen keine Nachwirkung nach $23^1/_4$ Stunden hervor.

Versuch 9.

Knoten von Secale cereale 5 Stunden rotiert.

	Abstand der Tuschemarken vor der Rotation	Abstand der Tuschemarken nach der Rotation	Zuwachs als Nachwirkung nach 21 Stdn.
1.	19	20	2
2.	12	13	1
3.	20	20	0,5
4.	8,5	9	1,1
5.	11	11,5	0,5
6.	15	16,5	2
7.	17	17	0
8.	20	20	0,5

Ergebnis: 5 Stunden Rotation hatten eine Nachwirkung nach 21 Stunden zufolge.

Versuch 10.

Knoten von Secale cereale 6 Stunden rotiert.

	Abstand der Tuschemarken vor der Rotation	Abstand der Tuschemarken nach der Rotation	Zuwachs als Nachwirkung nach $22^1/_2$ St.
1.	20	20	0,5
2.	14	14	0
3.	26	26	1,5
4.	17,5	17,5	0,5
5.	22	22	2
6.	16	16	1
7.	22	22	2

Ergebnis: 6 Stunden Rotation hatten eine Nachwirkung nach $22^1/_2$ Stunden zufolge.

Versuch 11.

Knoten von Secale cereale 6 Stunden rotiert.

	Abstand der Tuschemarken vor der Rotation	Abstand der Tuschemarken nach der Rotation	Zuwachs als Nachwirkung nach 25 Stdn.
1.	37	37	0
2.	30	30	2
3.	31	31	0,5
4.	40	40	1,5
5.	17,5	17,5	0,5
6.	30	30	0
7.	13	13	1
8.	24	24	1

Ergebnis: 6 Stunden Rotation hatten eine Nachwirkung nach 25 Stunden zufolge.

Aus den Tabellen ist ersichtlich, daß eine Rotation von 5 bis 6 Stunden genügt, um eine Nachwirkung hervorzurufen.

Es war von Interesse nun die Wirkung, eventuell Nachwirkung, eines einseitigen Schwerereizes von 1 bis 6 Stunden Dauer festzustellen.

Versuch 12.

Knoten von Secale cereale 3 Stunden ruhig horizontal exponiert.

	Abstand der Tuschemarken vor der Exposition	Abstand der Tuschemarken nach der Exposition	Zuwachs als Nachwirkung nach 24 Stdn.
1.	27	28	2
2.	38	38	1,5
3.	32	32	0
4.	25,5	25,5	2,5

Ergebnis: 3 Stunden Horizontalexposition hatten nach 24 Stunden eine Nachwirkung zufolge. Trotz des Zuwachses war aber nur Knoten 4 eine Spur gekrümmt, die übrigen Knoten gerade.

Versuch 13.

Knoten von Secale cereale 4 Stunden horizontal exponiert.

	Abstand der Tuschemarken vor der Exposition	Abstand der Tuschemarken nach der Exposition	Zuwachs als Nachwirkung nach 24 Stdn.
1.	29	29	0
2.	35	37	3
3.	25	25	0
4.	37	37	1,5

Ergebnis: 4 Stunden Horizontalexposition riefen nach 24 Stunden bei Knoten 2 und 4 eine Nachwirkung hervor, Knoten 2 war eine Spur gekrümmt, Knoten 4 trotz des Zuwachses gerade.

Versuch 14.

Knoten von Secale cereale 5 Stunden horizontal exponiert.

	Abstand der Tuschemarken vor der Exposition	Abstand der Tuschemarken nach der Exposition	Zuwachs als Nachwirkung nach 24 Stdn.
1.	36,5	36,5	2,5
2.	38	41	6
3.	27	27	2
4.	26	26,5	3
5.	30,5	30,5	1,5

Ergebnis: 5 Stunden Horizontalexposition hatten bei allen Knoten einen Zuwachs nach 24 Stunden zufolge. Sie waren alle nach dieser Zeit leicht gekrümmt.

3 Stunden Horizontalexposition genügten, um eine Nachwirkung hervorzurufen; und zwar beruhte hier, wie bei 4 Stunden Reizdauer, die Nachwirkung nur in einer geringen Wachstumsaufnahme, ohne Auftreten einer Krümmung. Erst bei einem einseitigen Reiz von 5 Stunden trat eine Krümmung der Knoten als Nachwirkung auf. Ein Vergleich zwischen Versuch 9 und 14 zeigt, daß die einseitige Zunahme bei 14 bedeutender war als die allseitige bei 9. Unentschieden blieb, ob der Zuwachs, der in den Versuchen 12 und 13 bei den gerade gebliebenen Halmen als Nachwirkung auftrat, allseitig oder einseitig war. Daß tatsächlich ein geringer einseitiger Zuwachs stattfinden kann, ohne daß die Halme gekrümmt erscheinen, zeigten mir Halme, deren Knoten mit 2 Paar Tuschenmarken versehen waren, wie in folgendem Versuch.

Versuch 15. Knoten von Secale cereale wurden $3^1/_2$ Stunden ruhig horizontal exponiert. Die antagonistischen Seiten A und B waren mit Tuschemarken versehen; Seite B der Erde zugewendet.

	Abstand der Tuschemarken auf Seite A		B		Zuwachs als Nachwirkung nach 24 Stdn. auf Seite	
	vor der Exposition	nach der Exposition	vor der Exposition	nach der Exposition	A	B
1.	41,5	ebenso	42	ebenso	0	1,5
2.	41,5	„	47	„	0,5	2,5
3.	23,2	„	23	„	0	1,0
4.	20,2	„	28	„	0	1,0

Die Halme blieben gerade, trotz des einseitigen Wachstums von 1 bis 2 Teilstrichen. Nach diesem Versuche ist anzunehmen, daß auch bei Versuch 12 und 13 das Wachstum einseitig war. Der Knoten kann auf einer Seite 1 bis 2 Mikrometerteilstriche, das sind 0,1 bis 0,2 mm wachsen, ohne gekrümmt zu erscheinen; dies gilt besonders für etwas kräftige Halme.

2. Intermittierende Reizung zweier Gegenseiten.

Wie bei Elfving, so zeigte auch bei meinen Versuchen hie und da ein Knoten eine Krümmung nach gleichmäßiger Rotation auf dem Klinostaten. Ich kam deshalb auf die Vermutung, daß während der langandauernden Rotation (bis 65 Stunden bei Elfving) kleine Unregelmäßigkeiten im Lauf des

Klinostaten geringe einseitige Impulse zur Folge haben könnten, die durch Summation groß genug werden, um bei besonders empfindlichen Exemplaren eine sichtbare Krümmung hervorzurufen. Ich hatte nach Elfvings Art Grasknoten auf dem Klinostaten rotiert, die auf 2 entgegengesetzten Seiten je ein Paar Tuschemarken trugen. In der Tat fanden sich selten Knoten, die auf beiden Seiten genau gleichviel gewachsen waren; die Differenz ist aber so gering, das sie nicht als Krümmung sichtbar wird. Es ist also die Möglichkeit vorhanden, daß das Wachstum durch kleine, regelmäßig wiederkehrende Impulse, die sich bei der langen Dauer (2 bis 3 Tage) des Versuches summieren, erweckt wird und nicht etwa (wie Elfving glaubt) durch den regelmäßig abwechselnden, senkrechten Angriff der Schwerkraft.

Um diese unregelmäßigen, ihrer Größe und Richtung nach nicht näher bestimmbaren Impulse zu verhüten, wurden Versuche mit intermittierender Reizung zweier Gegenseiten ausgeführt. Bekanntlich ist das Verhalten von Wurzeln und Sprossen bei intermittierender zweiseitiger Reizung dasselbe wie bei allseitiger Reizung auf dem Klinostaten. Ich benutzte den Pfefferschen Klinostaten mit dem Fittingschen intermittierenden Ansatzstück. Die Umlaufzeit betrug 5 Min. 20 Sek., so daß jede der beiden Seiten 2 Min. 40 Sek. lang dem einseitigen Schwerereiz ausgesetzt war. Der Erfolg dieser Versuche ist in folgender Tabelle ausgedrückt.

Versuch 16.

Knoten von Secale cereale und Hordeum bulbosum 24 Stunden gereizt.

	Abstand der Tuschemarken auf Seite A		Abstand der Tuschemarken auf Seite B		Zuwachs nach 24 Stdn. auf Seite	
	vor der Rotation	nach der Rotation	vor der Rotation	nach der Rotation	A	B
1.	33	38	30,5	34,5	5	4
2.	48	51	43	46	3	3
3.	26,5	29	28,5	30,5	2,5	2
4.	32	35	30,5	33,5	3	3
5.	24	27,5	29,5	33	3,5	3,5
6.	41	43,5	40,5	43	2,5	2,5
7.	29	31	28,5	30,5	2	2
8.	53	58	49	54	5	5
9.	39	43,5	37	42	4,5	5
10.	24	30	26	30,5	6	4,5
11.	27	29	21	23	2	2
12.	26	29,5	32,5	37	3,5	4,5

Kontrollknoten.

	Abstand der Tuschemarken auf Seite A vor der Rotation	A nach der Rotation	B vor der Rotation	B nach der Rotation	Zuwachs nach 24 Stdn. auf Seite A	B
1.	32	33	32	33	1	1
2.	28	29	29	30	1	1
3.	28	29	30	30	1	0
4.	37	37	39	39	0	0
5.	35	35	33	33,5	0	0,5
6.	26,5	27,5	30,5	30,5	1	0
7.	24	24	23,5	23,5	0	0
8.	37,5	38	36,5	37	0,5	0,5
9.	15,5	17	18	19,5	1,5	1,5

Ergebnis: Wie zu erwarten war, trat dieselbe Reaktion ein wie bei den Elfvingschen Versuchen, nämlich eine allseitige Wachstumsaufnahme. Ein Vergleich mit den Versuchen 5 und 6 zeigt, daß der Zuwachs nach 24 Stunden bedeutender war als bei allseitiger Reizung. — Dieser Versuch, ebenso wie die Elfvingschen Versuche, erlauben nicht ohne weiteres den Schluß, daß tatsächlich der senkrechte Schwerereiz die Wachstumsaufnahme bewirkt hat. Denn da bei dieser Versuchsanordnung die Reaktion in einer allseitigen Wachstumsaufnahme bestand, so konnte sie auch durch die Aufhebung der Längskraft bewirkt worden sein. Es mußte deshalb noch ein weiterer Versuch angestellt werden, um zu prüfen, ob der Zuwachs tatsächlich durch den intermittierenden Reiz von 1 g und 2 Min. 40 Sek. Dauer hervorgerufen worden war. Dies geschah auf folgende Weise: Es wurde ein intermittierender Reiz von 1 g 2 Min. 40 Sek. Dauer einseitig zugeführt. Eine etwaige Reaktion mußte in diesem Falle einseitig sein, also als Krümmung zutage treten. Falls dieser Reiz sich aber zu gering erwiese um eine sichtbare Reaktion hervorzurufen, so wäre die bei zweiseitiger Reizung konstatierte Wachsumsaufnahme ausschließlich der Aufhebung der Längskraft zuzuschreiben.

3. Intermittierende Reizung einer Seite.

Es wurden Halme auf dem Klinostaten mit dem intermittierenden Ansatzstück so befestigt, daß sie abwechselnd 2 Min. 40 Sek. horizontal lagen und ebensolange vertikal standen.

Versuch 17. Knoten von Hordeum bulbosum 15 Stunden intermittierend gereizt. Seite B ist der Erde zugewendet.

	Abstand der Tuschemarken auf Seite A		B	
	vor der Reizung	nach der Reizung	vor der Reizung	nach der Reizung
1.	30,5	30	34	35,5
2.	38	38	39,5	44
3.	24	23	22	27
4.	29,5	29,5	31,5	39,5

Ergebnis: Die Halme sind alle gekrümmt; Krümmung bei der Mehrzahl schon nach 12 Stunden sichtbar.

Versuch 18. Knoten von Triticum durum 15 Stunden intermittierend gereizt. Seite B der Erde zugewendet.

	Abstand der Tuschemarken auf Seite A		B	
	vor der Reizung	nach der Reizung	vor der Reizung	nach der Reizung
1.	25	24	22	28
2.	22	24	18	22
3.	27,5	26	30	34,5
4.	20,5	20,5	25	34
5.	33	33	24,5	29
6.	18	18	22	29,5
7.	21	20	18	23
8.	26	27	29	36
9.	20	20	14	21

Ergebnis: Die Halme sind alle gekrümmt; die Krümmung schon nach 12 Stunden sichtbar.

Versuch 19. Knoten von Secale cereale 15 Stunden intermittierend gereizt. Seite B der Erde zugewendet.

	Abstand der Tuschemarken auf Seite A		B	
	vor der Reizung	nach der Reizung	vor der Reizung	nach der Reizung
1.	32,5	34	35,5	38
2.	21	21	17	21
3.	24	25	29	32
4.	36	36,5	26	35
5.	23	22	27	36
6.	31,5	34	37	43
7.	16,5	15	18	23
8.	28,5	28	28	38
9.	30,5	30,5	29	32
10.	38	39	49,5	54
11.	38	39	36,5	37,5

Ergebnis: Die Halme sind alle gekrümmt; die Krümmung schon nach 12 Stunden sichtbar.

Die Versuche zeigten, daß in der Tat ein intermittierender Reiz von 1 g und 2 Min. 40 Sek. Dauer groß genug ist, um eine sichtbare Reaktion hervorzurufen. Genügt nun diese Kraft, um eine Krümmung hervorzurufen wenn sie einseitig wirkt, so folgt daraus, daß auch bei der Wachstumsaufnahme, die bei der intermittierenden Reizung antagonistischer Flanken festgestellt wurde, die senkrecht zur Organachse wirkende Schwerkraft beteiligt ist. Da nun ein wesentlicher Unterschied zwischen der intermittierenden zweiseitigen Reizung, und der gleichmäßigen allseitigen nicht besteht, so gilt der Schluß auch für die auf dem Klinostaten bei gleichmäßiger Rotation gefundene Reaktion.

Es blieb noch die etwaige Mitwirkung der Längskraft zu untersuchen.

II. Reizung in vertikaler Stellung.

Die Versuche, die bis jetzt angegeben wurden, bestätigen die Annahme Elfvings, daß die Wachstumsaufnahme der Grasknoten auf dem Klinostaten eine Folge der diffusen, senkrecht zur Organachse angreifenden Schwerkraft ist. Daß die Aufhebung der Schwerewirkung in der Richtung der Organachse aber bedeutungslos ist, wird dadurch nicht bewiesen. Um den Einfluß der in der Längsrichtung angreifenden Kraft zu untersuchen, wurden genau dieselben Versuche wiederholt, mit dem einzigen Unterschied, daß nun die Halme vertikal standen. Die Schwerkraft, die bei den Klinostatenversuchen senkrecht zur Organachse angriff, wurde hier durch eine Fliehkraft ersetzt, die ebenfalls senkrecht auf die Organachse gerichtet war.

1. Vorversuch.

Bevor ich die Parallelversuche zu den im I. Abschnitt angeführten Versuchen mitteile, sei zuvor noch eine Versuchsreihe angegeben, deren Resultat schon auf eine Mitwirkung der Längskraft hinwies, ohne sie aber streng zu beweisen.

Versuch 20. Es wurden 12 Grasknoten (A) in horizontaler Stellung, 16 Grasknoten (B) in vertikaler Stellung mit 1 g senkrecht zur Organachse gereizt. Im 1. Fall stand die Zentrifugenachse horizontal, im 2. senkrecht. Es wurden außerdem 12 Grasknoten (C) ruhig horizontal gelegt.

Nach 7 Stunden Versuchsdauer wurden die Krümmungswinkel gemessen. Es ergaben sich folgende Werte für

No.	A	No.	B	No.	C
1.	11°	1.	8°	1.	17°
2.	11°	2.	8°	2.	12°
3.	10°	3.	6°	3.	12°
4.	10°	4.	6°	4.	10°
5.	8°	5.	6°	5.	7°
6.	6°	6.	6°	6.	6°
7.	6°	7.	5°	7.	5°
8.	5°	8.	5°	8.	3°
9.	3°	9.	5°	9.	3°
10.	3°	10.	5°	10.	2°
11.	3°	11.	4°	11.	2°
12.	1°	12.	4°	12.	2°
		13.	4°		
		14.	4°		
		15.	3°		
		16.	3°		
Mittelwert:	6,4		5,1		6,5

Ergebnis: Trotz der ziemlich bedeutenden Variation ist aus den Tabellen ersichtlich, daß die horizontal gereizten Grasknoten sich in derselben Zeit stärker gekrümmt hatten.

Kolonne C dient als Kontrolle. Genau vergleichbar sind nur A und B, da hier die senkrecht wirkenden Fliehkräfte vollkommen gleich groß waren, aber selbstverständlich nicht ganz genau der bei C wirkenden Schwerkraft g entsprachen. Die zweitobersten Knoten (die zweimal unterstrichenen) zeigten durchweg eine geringere Wachstumsfähigkeit. Lassen wir diese Knoten beiseite, und stellen wir den Mittelwert der obersten fest, so ergeben sich für A und B die Zahlen 8,4 und 6,0. Der Unterschied zwischen A und B wird dadurch deutlicher.

Daß dieser Versuch aber nicht einwandfrei die Wirkung der Längskraft beweist, zeigt folgende Überlegung: Sobald bei den in vertikaler Stellung rotierten Halmen die Krümmung eingesetzt hat, greift eine Schwerkraftkomponente einseitig an und

wirkt der Krümmungsbewegung entgegen. Um diesen Übelstand zu beseitigen, wurden Versuche mit allseitiger resp. zweiseitiger Reizung ausgeführt, die das Auftreten der tropistischen Reaktion ausschließen sollten, nicht aber die Wachstumswirkung.

2. Allseitige Reizung.

Die Halme standen vertikal und wurden allseitig und gleichmäßig durch eine senkrecht zur Organachse angreifende Fliehkraft, die von 1,2—11 g variiert wurde, gereizt. Die Versuche wurden mit Hilfe des Apparats, den ich S. 4 meiner Arbeit »Über den Einfluß allseitig und in der Längsrichtung wirkender Schwerkraft auf Wurzeln«, Jahrb. wiss. Bot. Bd. **53**, S. 157, beschrieben habe, vorgenommen. Bei den nun folgenden Versuchen sind die horizontal auf dem Klinostaten rotierten Knoten mit A bezeichnet, die vertikal rotierten mit B, die ruhig vertikal stehenden Kontrollen mit C.

Versuch 21.

Knoten von Avena brevis. Versuchsdauer 31 Stunden. B mit 1,2 g gereizt.

	Abstand der Tuschemarken bei					
	A		B		C	
	vor der Rotation	nach der Rotation	vor der Rotation	nach der Rotation	vor dem Versuch	nach dem Versuch
1.	8	11	10,5	11	6	7
2.	6	8	10	10	7	7
3.	12	16	13,5	13,5	14,5	14,5
4.			11,5	11,5	6	7

Ergebnis: Knoten A zeigten nach 31 Stunden einen Zuwachs, B hingegen keinen. Kontrollen C sind ganz oder nahezu ausgewachsen.

Versuch 22.

Knoten von Avena brevis. Versuchsdauer 8 Stunden. B mit 1,2 g gereizt.

	Abstand der Tuschemarken bei					
	A		B		C	
	vor der Rotation	nach der Rotation	vor der Rotation	nach der Rotation	vor dem Versuch	nach dem Versuch
1.	14	15	9,5	9,5	9,5	9,5
2.	10	11	13,5	14	7	7
3.	8	9	13,5	14	12	12,5
4.	11	13,5	5,5	5,5	8	8,5
5.	10	12				
6.	17	17				
7.	10,5	11				

Ergebnis: Knoten A zeigten bis auf No. 6 einen Zuwachs, von Knoten B nur 2 und 3 einen geringen. Die Kontrollen C waren ausgewachsen.

Versuch 23. Knoten von Secale cereale. Die Rotationsdauer betrug 6 Stunden. B mit 1,6 g gereizt.

	Abstand der Tuschemarken bei								
	A			B			C		
	vor der Rotation	nach der Rotation	Nachwirkung nach 24 St.	vor der Rotation	nach der Rotation	Nachwirkung nach 24 St.	vor dem Versuch	nach dem Versuch	nach 24 St.
1.	16	16	18	16	16	16	21	21	21,5
2.	26	26	30	15	15	15	16	16	16
3.	17	17	18	20	20	20	27	27	27
4.	14	14	15	26	26	26	16	16	16
5.	21	21	23		—		23,5	23,5	23,5
6.							12	12	14

Ergebnis: Sofort nach der Rotation waren weder A noch B gewachsen. Nach 24 Stunden zeigte A einen Zuwachs, B nicht. Knoten C waren ausgewachsen.

Versuch 24. Knoten von Secale cereale. Versuchsdauer 6 Stunden. B mit A 3,3 g gereizt.

	Abstand der Tuschemarken bei								
	A			B			C		
	vor der Rotation	nach der Rotation	Nachwirkung nach 24 St.	vor der Rotation	nach der Rotation	Nachwirkung nach 24 St.	vor dem Versuch	nach dem Versuch	nach 24 St.
1.	12	12	13	9,5	9,5	9,5	37	37	37
2.	20	20	20	21	21	22	29	29	29
3.	30	30	30	27	27	27			
4.	28	28	28	32,5	32,5	32,5			

Ergebnis: Von A und B waren nur je ein Knoten gewachsen. Die Kontrollen waren ausgewachsen.

Versuch 25. Knoten von Secale cereale. Die Rotationsdauer betrug $4^1/_2$ Stunden B mit 11 g gereizt.

	Abstand der Tuschemarken bei								
	A			B			C		
	vor der Rotation	nach der Rotation	Nachwirkung nach 24 St.	vor der Rotation	nach der Rotation	Nachwirkung nach 24 St.	vor dem Versuch	nach dem Versuch	nach 24 St
1.	37	37	38	23	23	25	20	20	20,5
2.	33	33	33	28	28,5	29	15	15	15
3.	26	26	27	28	28	29	12	12	13,5
4.	31	31	31,5	39	39	39	25	25	25
5.	30,5	30,5	30,5						
6.	40	40	41						
7.	28,5	28,5	29						

Ergebnis: Knoten A und B waren teilweise gewachsen; Kontrollen C nicht.

Versuch 26.

Knoten von Avena brevis. Versuchsdauer 6 Stunden. B mit 11 g gereizt.

	Abstand der Tuschemarken bei								
	A			B			C		
	vor der Rotation	nach der Rotation	Nachwirkung nach 24 St.	vor der Rotation	nach der Rotation	Nachwirkung nach 24 St.	vor dem Versuch	nach dem Versuch	nach 24 St.
1.	20	20	22	21	21	21	9	9	9
2.	12	12	13	16	16	16	7	7	7
3.	17,5	17,5	18,5	10	10	10	7	7	7
4.	19	19	21	10,5	10,5	10,5			

Ergebnis: Knoten A waren gewachsen, Knoten B und Kontrollen C nicht.

Versuch 27.

Knoten von Avena brevis. Versuchsdauer 7 Stunden. B mit 11 g gereizt.

	Abstand der Tuschemarke bei								
	A			B			C		
	vor der Rotation	nach der Rotation	Nachwirkung nach 24 St.	vor der Rotation	nach der Rotation	Nachwirkung nach 24 St.	vor dem Versuch	nach dem Versuch	nach 24 St.
1.	14	14	14	10,5	10,5	11	26	26	26
2.	14	14	15	14	14	14,5	18	18	18,5
3.	8	8	9	10	10	10	22,5	22,5	22,5
4.	13	13	13	11	11	11	14	14	15

Ergebnis: Je zwei Knoten von A und B waren gewachsen; Kontrollen C nicht.

Bei diesen Versuchen wirkten bei den vertikal stehenden Halmen Fliehkräfte von 1,2—11 g senkrecht zur Organachse; bei den horizontalliegenden die Schwerkraft g ebenfalls senkrecht zur Organachse. Im allgemeinen war die Reaktion in der Vertikalstellung schwach und in vielen Fällen blieb sie ganz aus. Aus den Versuchen ist zu schließen, daß eine senkrecht zur Organachse angreifende Kraft das Wachstum auch in vertikalstehenden Knoten erwecken kann, daß aber diese Stellung weniger günstig ist als die horizontale. So hatte bei Versuch 27 z. B. eine Kraft von 11 g keinen größeren Erfolg auf die vertikalen Knoten als die Schwerkraft g auf die horizontalliegenden. Greift die Schwerkraft in der Längsrichtung an, so ist sie nicht wir-

kungslos, sondern übt eine Hemmung aus auf den senkrecht zur Organachse gerichteten geotropischen Reiz. Zur weiteren Prüfung dieser Frage wurden noch folgende Versuche ausgeführt.

3. Intermittierende Reizung zweier Gegenseiten.

In Teil I wurde erwähnt, daß der Zuwachs ein stärkerer ist und früher auftritt, wenn die Knoten anstatt allseitig, nur auf zwei gegenüberliegenden Seiten gereizt werden. Ich führte deshalb den entsprechenden Versuch in vertikaler Stellung aus. Ich benutzte hierzu den hier abgebildeten Apparat.

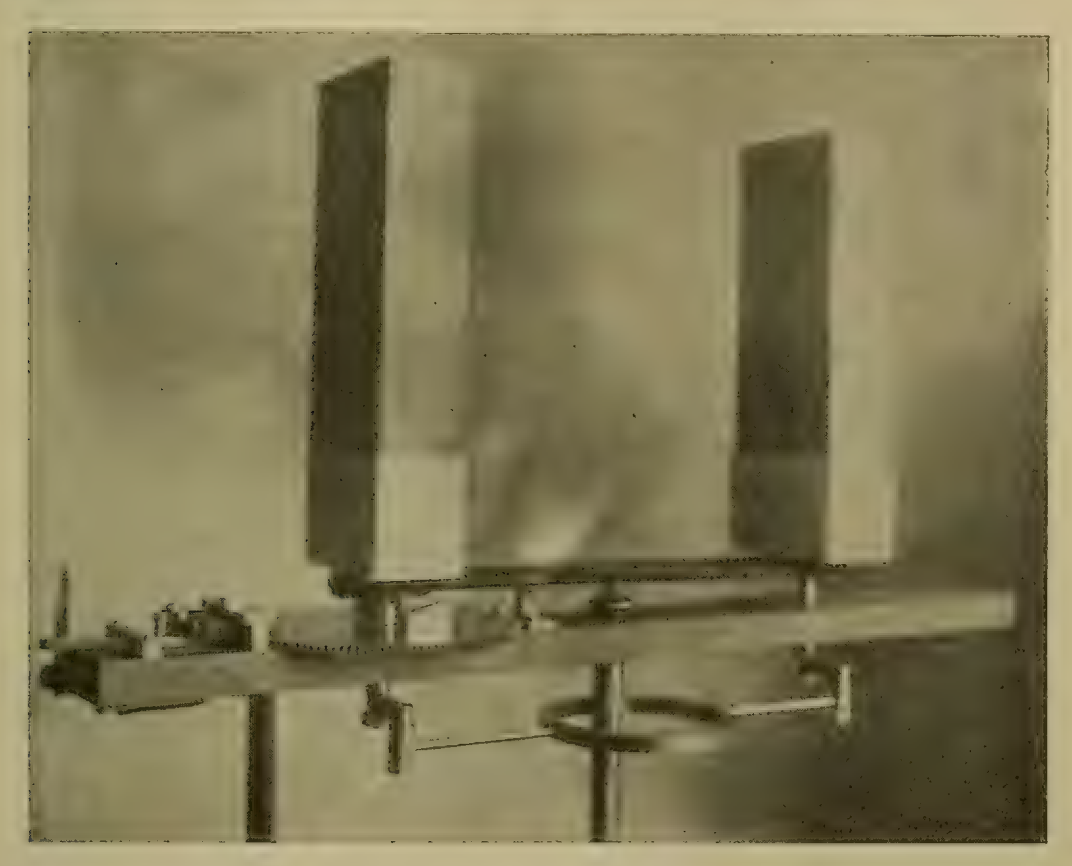


Fig. 1. Apparat zur intermittierenden Reizung zweier antagonistischer Seiten. Von Herrn Rolf, dem Mechaniker des physikalischen Instituts Straßburg, entworfen und ausgeführt.

Prinzip des Apparats: Es mußte dafür gesorgt werden, daß senkrecht stehende Grashalme abwechselnd auf zwei antagonistischen Flanken mit 1 g gereizt wurden; und zwar sollte ein jeder Reizimpuls 2—3 Minuten dauern. Zu diesem Zweck wurden die Grashalme in Vertikalstellung in zwei Behältern auf einer

Zentrifuge mit 1 g geschleudert. Mit Hilfe einer Anordnung, wie sie aus folgender Beschreibung ersichtlich ist, wurden die Behälter nach dem Verlauf einer bestimmten Zeit um 180° gedreht.

Bau des Apparats: Die Zentrifuge entwickelt, bei passender Wahl der Umdrehungszahl, im Abstand von 12 cm vom Zentrum eine Fliehkraft von 1 g. Ein 50 cm langes Brett ist in der Mitte auf die vertikalstehende Zentrifugenachse aufgeschraubt. Es trägt auf beiden Seiten, in gleicher Entfernung vom Zentrum, je eine Nebenachse. Auf jeder dieser Achsen sitzt eine Rolle, über die ein Lederriemchen läuft. Das messingne Verbindungsstück unterhalb des Brettes sichert ein genaues Zusammenarbeiten der beiden Nebenachsen. Die Blechkästchen (20 + 8 + 4 cm) sind zur Aufnahme der Grashalme bestimmt. Die eine Nebenachse trägt noch unterhalb der Rolle einen Messingstift, der an eine auf dem Brett befestigte Nase drückt. Die weiteren Teile des Apparates sind in der Fig. 2 schematisch im Grundriß wiedergegeben.

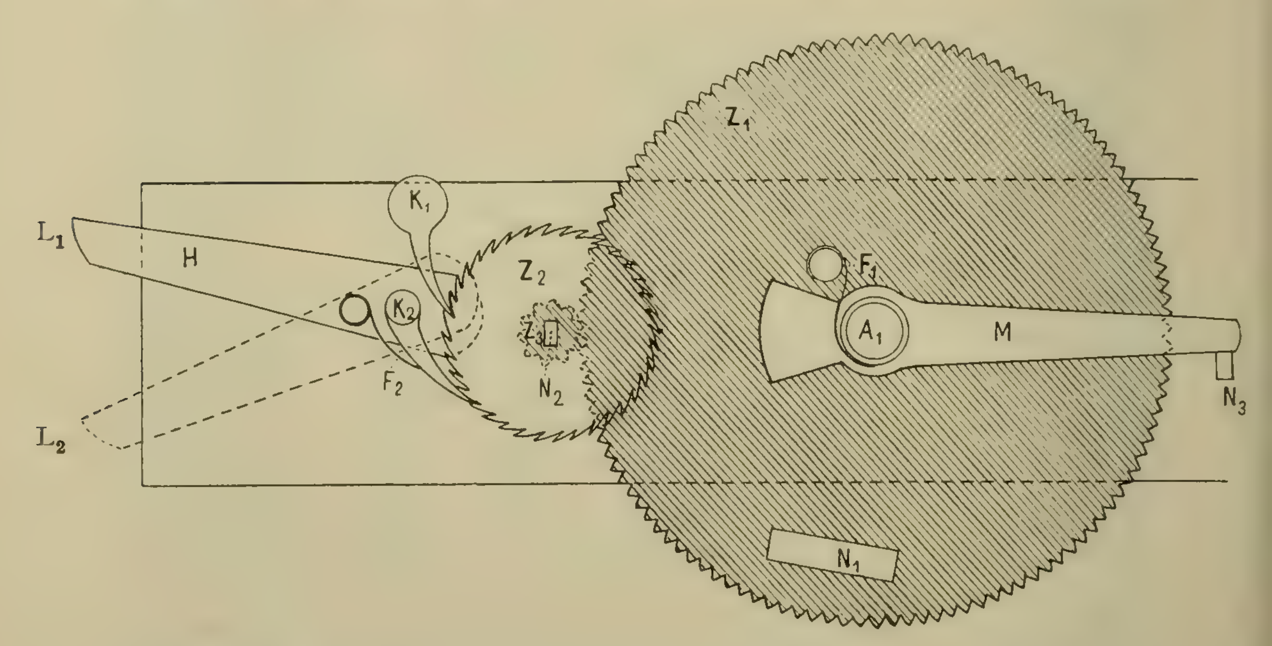


Fig. 2. Die Nebenachse A_1 trägt das Zahnrad Z_1 (120 Zähne) mit Nase N_1. Es wird durch die Feder F_1 gespannt. Seine Zähne greifen in das Zahnrad Z_3 (10 Zähne) ein, das mit Zahnrad Z_2 (35 Zähne) fest verbunden ist. K_1 und K_2 sind Klammern, die in Zahnlücken von Z_2 eingreifen. K_2 liegt über dem Drehpunkt des Hebels H. Die kleine Feder F_2 drückt auf die Klammer K_2. Die übrigen Bezeichnungen sind im Text erklärt.

Der Apparat arbeitet folgendermaßen: Bei jeder Umdrehung der Klinostatenachse schlägt der Hebel H an ein feststehendes Metallstück, das auf der Photographie teilweise sichtbar ist. Infolge dieses Anstoßes bewegt sich der Hebel H aus Lage L_1 nach Lage L_2. Aus dieser neuen Lage wird er vermittelst einer Feder in die ursprüngliche zurückgebracht. Während der Hebel diese Bewegung ausführt, drückt Klammer K_2 das Zahnrad Z_2 um einen Zahn weiter. Zugleich klappt Klammer K_1

in die nächstfolgende Zahnlücke ein. Mit Zahnrad Z_2 drehen sich auch die Zahnräder Z_3 und Z_1. Während der Drehung von Z_1 kommt die Nase N_1 dem Messingstab M näher und schiebt sich schließlich unter ihn. Nase N_1 ist etwas höher als N_3. Nachdem das Zahnrad Z_1 um 60 Zähne (180°) gedreht worden ist, hebt die Nase N_1 das Messingstück M_1 über die Nase N_3. Die gespannte Feder F_1 bewirkt nun ein Drehen der Achse A_1 um 180°, wo M wieder an eine Nase N_2 stößt. Nachdem das Zahnrad Z_1 um weitere 60 Zähne gedreht worden ist, tritt eine neue Drehung um 180° ein usf. Da die Bewegung des einen Blechkastens durch Lederriemen und den Messingring auf den anderen Blechkasten übertragen wird, so ist also durch den ganzen Apparat erreicht, daß die Blechkästchen nach genau gleicher Zeit um 180° gedreht und die antagonistischen Seiten der Grasknoten durch die Fliehkraft gereizt werden. Um ein Herausschleudern der Halme aus ihrer ursprünglichen Lage zu verhüten, waren sie ungefähr 1 cm am Grunde eingegipst, und außerdem waren die Zwischenräume unterhalb der Knoten mit feuchten Sägespänen angefüllt.

Versuch 28.

11 Halme von Secale cereale wurden auf den Gegenseiten a und b abwechselnd mit 1 g je 3 Minuten lang gereizt während 24 Stunden. (Die Knoten waren ausgewachsen.)

	Abstand der Tuschemarken auf Seite a			b		
	vor der Reizung	nach der Reizung	Zuwachs	vor der Reizung	nach der Reizung	Zuwachs
1.	50	51	1	52,5	52,5	0
2.	34	34	0	28	28	0
3.	45	46	1	46	47	1
4.	44	45	1	44	45	1
5.	40	40	0	38	38	0
6.	56	56,5	0,5	57	57,5	0,5
7.	38	40	2	32	34	2
8.	39	41,5	2,5	40	42,5	2,5
9.	46	46	0	40	40	0
10.	22	22	0	23	23	0
11.	22	22	0	13	13	0

Versuch 29.

Dieselbe Anordnung wie bei Versuch 28 mit 10 Halmen von Hordeum bulbosum.

	Abstand der Tuschemarken auf Seite a			b		
	vor der Reizung	nach der Reizung	Zuwachs	vor der Reizung	nach der Reizung	Zuwachs
1.	31	32,5	1,5	38	39,5	1,5
2.	37	37	0	33	33	0
3.	35	36	1	39	40	1

Versuch 29 (Fortsetzung).

	Abstand der Tuschemarken auf Seite a			Abstand der Tuschemarken auf Seite b		
	vor der Reizung	nach der Reizung	Zuwachs	vor der Reizung	nach der Reizung	Zuwachs
4.	36	36	0	38	38	0
5.	42,5	45	2,5	35	37,5	2,5
6.	47	47	0	40,5	40,5	0
7.	35,5	36	0,5	40,5	41	0,5
8.	42	42,5	0,5	35	35,5	0,5
9.	15	17	2	15	17	2
10.	32	32	0	33	33	0

Ergebnis: Vergleichen wir diese beiden Versuche mit den Versuchen 21 bis 27, so zeigt sich, daß die Wirkung des zweiseitigen Reizes größer war als die des allseitigen, schwächer aber als bei dem Parallelversuch 16, wo der zweiseitige Reiz bei Horizontalstellung der Knoten zugeführt wurde.

4. Intermittierende Reizung einer Seite.

Dasselbe Resultat lieferte der Parallelversuch zu Versuch Seite 157, bei welchem die Knoten intermittierend und einseitig gereizt wurden. Es wurden Knoten in vertikaler Stellung einseitig und intermittierend auf einer Zentrifuge, die ein Elektromotor trieb, gereizt. Zur Unterbrechung und Schließung des Stromes war eine Weckeruhr eingeschaltet; ihre Minutenachse trug eine Messingscheibe mit 20 Zähnen. Durch Kontakt der Zähne mit einer Feder war der Strom abwechselnd 3 Minuten geschlossen und 3 Minuten geöffnet. Die Knoten wurden also intermittierend 3 Minuten lang einseitig gereizt. Die Ruhepausen zwischen den einzelnen Reizungen dauerten ebenfalls 3 Minuten.

Versuch 30.
13 Knoten von Secale cereale $22^1/_2$ Stunden intermittierend gereizt.

	Abstand der Tuschemarken		Reaktion	
	vor der Reizung	nach 15 Stunden	nach $20^1/_2$ Stunden	nach $22^1/_2$ Stunden
1.	36	36	leicht gekrümmt	leicht gekrümmt
2.	23	24	leicht gekrümmt	leicht gekrümmt
3.	26	26	gerade	leicht gekrümmt
4.	24	24	leicht gekrümmt	leicht gekrümmt

Versuch 30 (Fortsetzung).

	Abstand der Tuschemarken		Reaktion	
	vor der Reizung	nach 15 Stunden	nach $20^1/_2$ Stunden	nach $22^1/_2$ Stunden
5.	36	36	gerade	gerade
6.	33	33	gerade	gerade
7.	22,5	22,5	leicht gekrümmt	leicht gekrümmt
8.	23	23	leicht gekrümmt	leicht gekrümmt
9.	38,5	38,5	gerade	gerade
10.	23	23	gerade	gerade
11.	30,5	30,5	leicht gekrümmt	leicht gekrümmt
12.	30,5	30,5	gerade	gerade
13.	38	39	gerade	leicht gekrümmt

Versuch 31.

8 Knoten von Triticum durum $22^1/_2$ Stunden intermittierend gereizt.

	Abstand der Tuschemarken		Reaktion	
	vor der Reizung	nach 15 Stunden	nach $20^1/_2$ Stunden	nach $22^1/_2$ Stunden
1.	28	28	leicht gekrümmt	leicht gekrümmt
2.	25	25	leicht gekrümmt	leicht gekrümmt
3.	28	29	gerade	gerade
4.	27	29	gerade	leicht gekrümmt
5.	30	30	gerade	leicht gekrümmt
6.	50,5	51	gerade	gerade
7.	44	44	gerade	leicht gekrümmt
8.	27	27	leicht gekrümmt	leicht gekrümmt

Versuch 32.

8 Knoten von Hordeum bulbosum $22^1/_2$ Stunden intermittierend gereizt.

	Abstand der Tuschemarken		Reaktion	
	vor der Reizung	nach 15 Stunden	nach $20^1/_2$ Stunden	nach $22^1/_2$ Stunden
1.	27,5	27,5	gerade	gerade
2.	22,5	23	gerade	eine Spur gekrümmt
3.	26	26	gerade	leicht gekrümmt
4.	27	27	gerade	leicht gekrümmt
5.	27	27	leicht gekrümmt	leicht gekrümmt
6.	23,5	23,5	leicht gekrümmt	leicht gekrümmt
7.	32	32	gerade	gerade
8.	33	33	gerade	gerade

Ergebnis: Während bei den Versuchen 17 bis 19 die Krümmung bei der Mehrzahl schon nach 12 Stunden auftrat, war sie hier nach 15 Stunden noch nicht sichtbar und nach 22 Stunden durchweg schwächer als bei den Parallelversuchen.

Aus den im II. Teil angeführten Versuchen geht hervor, daß auch in der Vertikalstellung Wachstumsaufnahme als Effekt einer senkrecht zur Organachse angreifenden Flieh- resp. Schwerkraft erfolgte. Die Reaktion war durchweg schwächer als bei den horizontalen Parallelversuchen. Daraus ist ersichtlich, daß die in der Längsrichtung wirkende Kraft eine Hemmung ausübt. Eine Aufhebung dieser Kraft (in der Horizontallage) ist deshalb für die Reaktion auf den senkrechten Reiz günstig.

Zusammenfassung.

Elfving hat die Wachstumsaufnahme der Grasknoten auf dem Klinostaten gefunden. Meine Versuche haben bewiesen, daß die Annahme Elfvings zu Recht besteht; daß tatsächlich die senkrecht zur Organachse angreifende Kraft das Wachstum erweckt. Die diffuse Reizung durch die Schwerkraft löst eine Reaktion aus, die bei Wurzeln und Sprossen ausbleibt. Elfving erklärt das verschiedene Verhalten durch die Annahme, daß bei Wurzeln und Sprossen das Längenwachstum der einen Seite »in demselben Grade gesteigert, als das der andern beeinträchtigt wird, während bei Grasknoten die Wachstumsteigerung der Unterseite, die Hemmung der Oberseite übertrifft«. Die Annahme scheint sich zu bestätigen. Es ist aber außerdem festgestellt worden, daß neben der diffusen Kraft auch die Kraft in der Längsrichtung eine Rolle spielt, und zwar macht sie sich als Hemmung bemerkbar. In dieser Hinsicht schließt sich das Verhalten der Grasknoten an das der Wurzeln an. Infolge der Aufhebung der Längskraft in der Horizontallage schwindet diese Hemmung. Deshalb ist diese Lage für die Erweckung des Wachstums günstiger, als die vertikale, was in einer stärkeren Reaktion der horizontal gereizten Knoten zum Ausdruck kommt.

In seiner Physiologie II, S. 631 sagt Pfeffer »wenn, woran nicht zu zweifeln ist, die Wachstumstätigkeit der Grasknoten auch bei völlig äqualer (diffuser) Einwirkung der Schwerkraft erweckt wird, so folgt daraus, daß in diesem Organe die Wachstumstätigkeit durch den parallelotropen Einfluß der Schwerkraft sistiert wird«. Da nun aber auch beim Vorhandensein einer Längskraft ein diffuser Reiz das Wachstum erweckt, so ist es richtiger, von einer Hemmung als von einer Sistierung der Wachstumstätigkeit speziell durch die Längskraft zu sprechen. Inwiefern die beiden Prozesse — Wachstumsaufnahme und Krümmungsbewegung — ineinander greifen, und ob überhaupt diese Vorgänge prinzipiell verschieden sind, ist nicht klar. Pfeffer trennt (Physiol. II, S. 651) beide Prozesse: »Denn daß es sich hierbei (nämlich bei der Krümmung des Grasknotens nach Überführung in die Horizontallage) einmal um die Erweckung des Wachstums und ferner um die Auslösung der geotropischen Krümmung handelt, ergibt sich daraus, daß letztere unterbleibt, wenn die einseitige Wirkung der Schwerkraft am Klinostaten eliminiert wird«. Wenn wir jedoch bedenken, daß es sich bei der Rotation auf dem Klinostaten ja gar nicht um einen eigentlichen »diffusen« Reiz handelt, der gleichzeitig alle Flanken angreift, sondern um einen intermittierenden, wo das Verhältnis der Reizzeiten und Ruhepausen von der Umdrehungszeit und der Entfernung des Objekts vom Mittelpunkt bestimmt wird, so können wir die Wachstumsaufnahme auf dem Klinostaten ansehen als eine »tropistische« Reaktion einer jeden Flanke auf den sie direkt treffenden Reiz. Die Annahme scheint bekräftigt zu werden durch das Verhalten der Grasknoten bei Reizung zweier Gegenseiten: der Erfolg ist im Prinzip derselbe wie bei allseitiger Reizung. Doch sei wiederholt, daß die Wachstumszunahme bei Reizung zweier antagonistischer Flanken bedeutender ist als bei entsprechender allseitiger Reizung. Auf diesen Umstand weist Pfeffer (Physiol. II, S. 652) hin wenn er sagt: »Indes scheint bei Wiederholung des geotropischen Hin- und Herkrümmens eine ansehnlichere Zuwachsbewegung erzielt zu werden als bei Eliminierung der einseitigen Wirkung der Schwerkraft am Klinostaten.« Vielleicht wird dies durch folgendes erklärt. Bei der gleichmäßigen

allseitigen Reizung wird die Reizmenge auf alle Flanken gleichmäßig verteilt; bei zweiseitiger Reizung hingegen trifft die gleiche Reizmenge nur auf zwei Flanken. Dem Knoten als Ganzes wird in beiden Fällen eine gleichgroße Reizmenge zugeführt. Bei der allseitigen Reizung wird an allen Punkten fast genau gleichzeitig ein gleichgroßer Reiz perzipiert und die Reaktionsvorgänge überall gleichmäßig ausgelöst. Bei der zweiseitigen Reizung hingegen werden die in der Reizrichtung liegenden Punkte stärker affiziert als die benachbarten. Infolgedessen wird hier die zum Auslösen des Wachstums nötige Schwelle früher erreicht werden und die weiteren Reaktionsvorgänge rascher ansteigen. Unerklärt bleibt noch das gleichzeitige und gleichstarke Wachstum derjenigen Knotenpartien, die zwischen den direkt gereizten liegen. Vielleicht kann man annehmen, daß bei zweiseitiger Reizung, entsprechend der stärkeren Erregung, eine schnellere und energischere Reizleitung stattfindet als bei allseitiger Reizung.

Besprechungen.

Schlechter, R., Die Orchideen, ihre Beschreibung, Kultur und Züchtung. Handbuch für Orchideenliebhaber, Kultivateure und Botaniker.

Berlin (P. Parey). 1914. Lief. 1—4. S. 1—336, T. I—IV.

Immer mehr hat sich in den letzten Jahrzehnten das Interesse für die Kultur der Orchideen gesteigert, und doch fehlte ein deutsches Handbuch dieser Familie; denn das Steinsche Orchideenbuch lieferte doch nicht ganz, was man sich versprach, und ist zudem veraltet. Das Schlechtersche Werk ist in erster Linie für den botanisch gebildeten Laien bestimmt, für den Orchideenliebhaber und Gärtner. Daher erscheint der allgemeine Teil, die beiden ersten Kapitel umfassend, kurz und auf das wesentlichste beschränkt. Nur die Umrisse der allgemeinen Morphologie werden dargestellt, während die biologischen Verhältnisse unberücksichtigt bleiben; auch die Schilderung der geographischen Verbreitung der Orchideen verzichtet auf die Darlegung der interessanten ökologischen Tatsachen.

Den Hauptabschnitt des Buches umfaßt das dritte Kapitel, die Systematik der Familie, die Aufzählung und Beschreibung der Gattungen und ihrer wichtigsten Arten; der Verf. hat sich im wesentlichen an Pfitzers System gehalten. Die vierte Lieferung schließt bereits mit Gattung 284, Monosepalum, ab. In diesem Teile hat der Verf. seine umfassenden, langjährigen Beobachtungen aus den Tropen niedergelegt, und daher bietet dieser Abschnitt auch für den Botaniker hohes Interesse; denn Schlechter gehört unstreitig zu den besten Orchideenkennern, auf dessen Urteil Wert gelegt wird. Die klaren, schönen Bilder und die prachtvoll ausgeführten, in Vierfarbendruck hergestellten Tafeln nach Naturaufnahmen verdienen die vollste Anerkennung. So wird das Buch sicherlich Nutzen schaffen; nicht gering ist sein Wert für botanische Gärten.

Pax.

Hegi, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa.

München, Lehmanns Verlag. 1914. VI. Bd. 6. Lief.

Die von A. v. Hayek bearbeitete Lieferung enthält den Schluß der Rubiaceen und die Caprifoliaceen in der schon wiederholt gerühmten Beschreibung. Pax.

Ascherson, P., und **Gräbner, P.,** Synopsis der mitteleuropäischen Flora.

Leipzig und Berlin (W. Engelmann). 1914. 87. Lief.

Die vorliegende Lieferung ist die Fortsetzung des V. Bandes. Ihren größten Teil füllt die in jeder Hinsicht ausgezeichnete Bearbeitung der Amarantaceen aus der Feder von A. Thellung. Daran schließen sich die für unser Florengebiet weniger wichtigen Familien der Nyctaginaceen und Thelygonaceen, die P. Gräbner selbst übernommen hat. Pax.

Heering, W., und **Grimme, C.,** Die Futterpflanzen Deutsch-Südwestafrikas und Analysen von Bodenproben.

Botanische und chemische Untersuchungen. Berlin 1914. (Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, Heft 262.)

Das vorliegende Heft der Arbeiten der DLG. ist die Neuauflage von einem Teil der bereits 1911 als Heft 197 derselben Sammlung erschienenen Untersuchungen über die Weideverhältnisse Deutsch-Südwests, und zwar des chemischen Teils sowie des Abschnittes vom botanischen Teil, in dem die Futterpflanzen nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten besprochen werden.

Die wichtigste Bereicherung des botanischen Teiles bilden 40 Lichtdrucktafeln mit Habitusbildern von 38 Weidegrasarten oder -formen und 8 Weidepflanzen anderer Familienzugehörigkeit. Sie sind auch für den Botaniker von besonderem Interesse, während der Text sich in erster Linie an den praktischen Landwirt richtet, ohne allerdings des Interesses für den Fachbotaniker ganz zu entbehren. Noch mehr für den praktischen Landwirt und Viehzüchter ist der chemische Teil bestimmt, in dem die Ergebnisse einer im Interesse der Bewertung als Futtermittel vorgenommenen chemischen Untersuchung von 137 Arten (179 Einsendungen) und der Untersuchung von 57 Böden mitgeteilt werden.

Die in Heft 197 ebenfalls behandelten, den Botaniker mehr interessierenden systematischen und pflanzengeographischen Ergebnisse seiner

Untersuchungen wird Heering in einer besonderen Arbeit veröffentlichen, und auch für die Giftpflanzen ist eine gesonderte Bearbeitung in Aussicht genommen. Behrens.

Nova Guinea, Résultats de l'expédition scientifique néerlandaise à la Nouvelle-Guinée en 1912 et 1913 sous les auspices de A. Franssen Herderschee. Vol. XII, Botanique Livr. II.

Leide, Brill. 1914. 4⁰, 172 S., Taf. 31—54.

Das Heft beginnt mit einem Beitrag zur Moosflora der westlichen Gebirge Neu-Guineas von M. Fleischer. Er ist wichtig für die spezielle Hypnaceen-Systematik, da Verf. durch sein langjähriges Studium der malesischen Formen veranlaßt wird, die Hypnodendraceen ganz abzusondern und mehrere neue Familien im Bereich der alten Hypnaceen aufzustellen. — Ein überraschender Zug der montanen Moosflora Papuasiens ist die allgemeine Verbreitung sehr großer Schlotheimia-Arten (Orthotrichac.). Bei einer neuen Art dieses Genus, Sch. Koningsbergeri, machte Fleischer die interessante Beobachtung, daß die ♂ Zwergpflanzen sich direkt aus den Sporen entwickeln, bereits in den Kapseln keimen und dort auch zur Geschlechtsreife gelangen. »Normale« ♂ Individuen sind bei dieser Gattung (mit über 100 Arten!) bisher nicht bekannt.

Den Hauptteil des Heftes (S. 129—168) beansprucht die Bearbeitung der Ericaceen von J. J. Smith. Das Material stammt von de Kock, der das Goliathgebirge, und K. Gjellerup, der außer dem Cyklopengebirge zum ersten Male wieder seit Beccari das Arfak-Gebirge botanisch untersuchte. Unerwartet ist die große Polymorphie von Rhododendron Sect. Vireya in diesen Gebieten, die dem Formenreichtum von Eurhododendron im Himalaya und Westchina kaum nachstehen dürfte. Vorwiegend wachsen die Arten auch auf Neuguinea in Berglagen, doch wird von den Sammlern berichtet, sie kämen auch in der Ebene vor (S. 141). Da die Originale der zahlreichen Neuheiten im Herbar von Buitenzorg liegen, also schwer zugänglich sind, ist dankbar anzuerkennen, daß man an Abbildungen nicht gespart hat. Diels.

Lindau, G., Kryptogamenflora für Anfänger.

Bd. IV. Die Algen. Abt. 1 und 2. 1914. 219 S. und 489 Fig. im Text und 200 S. und 437 Fig. im Text.

Mit bewundernswertem Fleiß und gewohnter Sorgfalt hat der Herausgeber der »Kryptogamenflora für Anfänger« nun auch die ersten beiden Abteilungen der »Algen« fertiggestellt. Abteilung 1 mit den Schizophyceen, Flagellaten, Dinoflagellaten und Bacillariales ist bereits im Frühling, Abteilung 2 mit den Conjugaten, Chlorophyceen und Charophyten ist im Spätherbst vorigen Jahres erschienen. Die Phaeophyceen und Rhodophyceen werden eine dritte Abteilung füllen, so daß diese fast nur dem Meere angehörigen Pflanzen als eigenes Bändchen erscheinen. Die allgemeine Einrichtung der Bücher ist durch die früheren Besprechungen des Kollegen E. Fischer bekannt. Ref. kann sich seinem Lobe über die praktische Brauchbarkeit nur anschließen. Die Klarheit und Sauberkeit der Abbildungen ist anzuerkennen. An sich wäre es natürlich bequemer, wenn neben jeder Textstelle gleich die zugehörige Einzelfigur stünde, das hat aber in diesem Falle ein doppeltes Bedenken: Die Übersichtlichkeit des Textbildes würde durch die fortwährenden Unterbrechungen leiden und die Kosten für die Reproduktion würden sich erheblich erhöhen. Was in einer monographischen Abhandlung wünschenswert wäre, braucht es noch nicht bei einem solchen Handbüchlein zu sein und da die Figuren auf den Texttafeln ohne Gedränge und geschickt angeordnet sind, lassen sie sich leicht auffinden. Einen Wunsch hätte aber Referent für die Neuauflage und für die nächste Abteilung, er möchte empfehlen, unter jeder Tafel die Namen der Figuren in kleinem Druck zu einer Art Tafelerklärung zusammenzustellen. Dann würde das lästige Suchen im Text wegfallen, wenn man ohne den Text rasch eine Abbildung zu Rate ziehen will.

Den beiden Abteilungen sind allgemeine Abschnitte vorausgeschickt, die sich über die Stellung der Algen, ihr Vorkommen und Einsammeln, ihre Untersuchung und Präparation und über die besonderen Verhältnisse der großen Gruppen verbreiten, auch ein Verzeichnis der wichtigsten Literatur geben. Dergleichen in aller Kürze und Bündigkeit, aber doch so zu tun, daß alles wichtige zu seinem Rechte kommt und das Ganze sich gut und ohne Langeweile liest, erfordert die volle Beherrschung des Stoffes, wie sie nur der erprobte Praktiker hat. Auch der »Nichtanfänger« wird diesen Teil mit Vergnügen lesen. Daß die Flagellaten mit behandelt werden, ist nur zu billigen.

Für den systematischen Teil konnte natürlich Verf. unmöglich die riesige und fast hoffnungslos zerstreute Literatur selbst kritisch durcharbeiten. Er mußte sich in der Hauptsache auf vorhandene Zusammenstellungen stützen. Auch war eine gewisse Beschränkung hinsichtlich der Arten geboten, nur wirklich gut Bekanntes konnte aufgenommen werden und manche sehr seltene, nur von einem Standort bekannte

Art mußte wegbleiben. Die Bestimmungsschlüssel, die auch die großen Abteilungen berücksichtigen, sind gut durchgearbeitet. Im einzelnen wird natürlich der praktische Gebrauch des Buches manchen Wunsch zeitigen. Mehrere Stichproben ergaben kaum etwas von Belang. Gloeocapsa crepidinum ist am Meeresgestade viel typischer wie im Binnenlande und fehlt auch der deutschen Ost- und Nordsee nicht. Bei den Bacillariales hätte vielleicht ein Hinweis auf die Existenz chromatophorenloser Arten Platz finden können. Bei Ceratium geht die Beschränkung vielleicht etwas weit, wenn von marinen Arten nur C. tripos aufgeführt wird. Ungern vermißt Ref. auch bei den Chlorophyceen Halicystis ovalis, da unsere nordischen Meere ohnehin nicht reich sind an solchen rein marinen Typen. Bei Codium wäre besser auch noch die dritte Art, C. difforme, hinzugefügt worden, denn sie muß jedem in die Hände fallen, der in der Adria C. tomentosum sammelt. Dies sind selbstverständlich nur Hinweise, über die man verschiedener Ansicht sein kann und die nichts von Tadel enthalten sollen. Ref. kann sich nur der Hoffnung des Verf.s anschließen, daß sein Werk, dem er weiteste Verbreitung wünscht, in Deutschland den noch immer vernachlässigten Algen recht viele neue Freunde hinzuerwerben möge.

P. Kuckuck.

Börgesen, F., The Marine Algae of the Danish West Indies.
Part. 2. Phaeophyceae. 1914. 157—224. 44 Textfig.

Auch der zweite Teil — der erste brachte die Chlorophyceen — enthält mit seinen ausführlichen Bemerkungen und zahlreichen Abbildungen allerlei Neues und Interessantes. Von den Ectocarpen sind neu E. coniferus, der wohl mit Recht in die Nähe von E. irregularis gestellt wird, und der merkwürdige E. rhodochortonoides, dessen plurilokulären Sporangien denjenigen des ebenfalls behandelten E. breviarticulatus sehr ähneln. Die Aufstellung der neuen Gattung Rosenvingea auf die vom Verf. gesammelte neue R. Sanctae Crucis geschieht durchaus im Einverständnis des Ref., auch die Einreihung von »Asperococcus« orientalis, intricatus und fastigiatus, die keine Asperokokken sind, bei der neuen Gattung dürfte sich bewähren. Von Interesse sind die näheren Mitteilungen über Ralfsia expansa, sowie besonders der Abschnitt über die Dictyotaceen. Sauvageaus Vorgehen, der Agardhs auf Zonaria variegata begründete Gattung Gymnosorus strich, wird gebilligt, seine Angaben im übrigen bestätigt. Zu Unrecht vereinigte Agardh ferner Padina gymnospora, Antillarum und variegata mit P. Durvillaei und auch Hauck ging fehl, wenn er P. gymnospora zu P. Commerrsonii stellte. Neu aufgestellt wird P. Sanctae Crucis.

Bemerkenswert sind endlich die Mitteilungen über den Bau der Rand- und Mittelrippen von Dictyota delicatula, bei denen das Laub statt zwei- mehrschichtig ist und die so entstandenen inneren Zellen sich durch ihre starken porendurchsetzten Wandverdickungen auszeichnen. Den Schluß machen die Fucaceen. Kützings Carpacanthus spinulosus gehört wahrscheinlich nicht zu Sargassum hystrix. Anmerkungsweise erhebt Verf. das Golfkraut der Sargassosee, das er bereits früher als besondere var. fluitans vom typischen Sargassum hystrix unterschieden hatte, nunmehr zum Range einer selbständigen Art Sargassum fluitans.

Kuckuck.

Shiv Ram Kashyap, Morphological and biological notes on new and little known west himalayan liverworts.

New Phytologist. 1914. **13,** 206—226. Mit 4 Textfiguren.

Man ersieht aus dieser mehr vorläufigen Mittheilung, die die biologischen Gesichtspunkte in den Vordergrund stellt — die Diagnosen der Gattungen und Arten sollen im Zusammenhang später beigebracht werden —, wieviel noch zu thun ist, bevor wir zu einer eingehenden Kenntniß der Lebermoose der Tropenländer gelangen. Denn die zahlreichen neuen und wenig bekannten Formen, von denen hier die Rede ist, sind sämmtlich auf einem sehr beschränkten Gebiet des westlichen Himalaya in unmittelbarer Nähe des in den Vorbergen etwa bei 6000 Fuß belegenen Mussoorie gesammelt worden.

Dieses Gebiet nun zeichnet sich durch sein trockenes Klima aus. Regenfälle kommen nur von Juni bis August vor, während die Besonnung und Evaporation, wie in Gebirgsgegenden gewöhnlich, sehr stark ist.

Verf. betont nun vor allem die klimatischen Anpassungen in der Lebermoosflora des Gebiets. Er findet deren viererlei: Einmal die Befähigung der ganzen Pflanze nach Wiederbefeuchtung zu turgescieren und weiterzuwachsen, so bei Targionia, Grimaldia und den Plagiochasmen. Oder es bleiben nur die Gipfeltheile der sonst vertrockneten Pflanze ohne weitere Umformung erhalten und nehmen dann das Wachsthum wieder auf, so bei Aitchisoniella himalayensis (zunächst Targionia), Fimbriariaarten, Athalamia pinguis (nahe Clevea), Goovaniella pusilla. Des weiteren giebt es eine Anzahl Formen, bei denen sich die Thallusspitze in ein vollkommenes Knöllchen umwandelt, welches nach einer Ruheperiode das Wachsthum wieder aufnimmt. So bei Cyathodium tuberosum, Stephensoniella brevipedunculata (mit Exormotheca verwandt), Cryptomitrium himalayense, Fossombronia himalayensis, Sewar-

diella tuberosa. Bei Exormotheca tuberifera endlich ist es nicht die Sproßspitze, die zur Knolle wird, sondern Seiten oder Ventralsprosse treten zu diesem Zweck an ihre Stelle.

Verf. schließt daran einige Angaben über Cyathodium tuberosum und über Targionia und Aitchisoniella. Er steht ganz auf Göbels Standpunkt hinsichtlich der Ableitung der einfacher gebauten Marchantiaceen von den complicierteren durch Vereinfachung und schiebt Aitchisoniella als Zwischenglied in eine Exormotheca mit Targionia verbindende Reihe ein.

Gute Textbilder illustrieren das über Cyathodium tuberosum, über Targionia hypophylla und Aitchisoniella gesagte. Man darf der Fortsetzung der Abhandlung mit dem größten Interesse entgegensehen. Solms.

Rabenhorst, L., Cryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Lebermoose von Dr. Carl Müller, Lief. 17, 18, 19, 20, 1913 und 1914.

In den vier vorliegenden Lieferungen begrüßen wir die Fortsetzung des zuletzt in dieser Zeitschrift **4,** 659 besprochenen Werkes. Sie umschließen erstens die gräuliche Gattung Cephaloziella, ferner Adelanthus, Odontoschisma (Sphagnoccetis), Calypogeia, die ihren altgewohnten Namen nach vielfachen Irrfahrten wieder erreicht hat. Wie, wird in einer Anmerkung p. 229 ausgeführt. Hier wie überall ist die Artenzersplitterung etwas zu weit durchgeführt. Es folgen die Lepidozieen mit der Gattung Pleuroschisma (Mastigobryum), Lepidozia, weiter die Ptilidioideae, Blepharostoma, Chandonanthus, Arinthelia, Schisma, Mastigophora, Ptilidium, Trichocolea. Die Fruchtentwicklung dieser Pflanze hat auch Verf. durch Materialmangel behindert, nicht untersuchen können. Mit Diplophyllum beginnen die Scapanioideeae. Der nicht weiter in Reihen zerlegbaren proteischen Gattung Scapania, die nun folgt, hat Verf. sehr zweckmäßiger Weise tabellarische Hilfsmittel für die Bestimmung beigegeben.

Solms.

Bertrand, P., Note sur un echantillon fructifié de Pecopteris pennaeformis du terrain houiller d'Anzin.

Ann. de la soc. géol. du Nord. 1912. **61,** 222—233. Taf. VI u. 1 Textfig.

Verf. stellt erneut fest, daß Pecopteris pennaeformis den Fructifikationscharakter von Senftenbergia aufweist. Er hält die anderen von Stur unterschiedenen Arten für identisch mit der Pec. pennaeformis. Mit Potonie reiht er Senftenbergia der Schizaeaceenreihe als ältestes Glied

derselben ein. Auf der anderen Seite dürfte eine Beziehung zu den Osmundaceen auf dem Weg durch Kidstonia heracleensis bestehen.

H. Solms.

Sinnott, E. W., Some jurassic Osmundaceae from New Zealand.

Ann. of bot. 1914. **28,** 472—479. Mit 1 Taf.

Verf. hat zwei neue fossile Osmundaceenstämme in Neu-Seeland gefunden, einen bei Waikowa an der Südspitze der Südinsel, den anderen bei Kawhia auf der Nordinsel. Beide sollen jurassischen Alters sein und stimmen so sehr mit Osmundites Dunlopi Kidst. et Gwynne Vaughan überein, daß Verf. nicht ansteht, sie zu dieser Art zu ziehen. Besonders der Stamm von Kawhia ist sehr gut erhalten, er zeigt überall im Holztheil außerordentlich schmale den Blattaustritten entsprechende Maschenlücken auf. Von innerem Phloem oder Endodermis wurde keine Spur gefunden.

Verf. als Schüler Jeffreys schließt an diesen seinen Thatbestand wiederum eine Discussion der bekannten Anschauungen letzteren Autors über die rindenbürtigkeit des Markes an. Ref. braucht darauf nicht weiter einzugehen, er hat seine Ansicht darüber wiederholt, zuletzt in dieser Zeitschrift **6,** 1914, 418 bei Gelegenheit des Referates über Lang, Studies on Branching of Botrychium Lunaria, ausgesprochen.

H. Solms.

Gehring, Alfred, Beiträge zur Kenntnis der Physiologie und Verbreitung denitrifizierender Thiosulfat-Bakterien.

Centralbl. f. Bakt. II. 1914. **42,** 402.

Verf. behandelt die von Beijerinck zuerst beschriebenen und später von Lieske näher untersuchten anaëroben, denitrifizierenden Thiosulfatbakterien. Neben physiologischen Untersuchungen widmete er sich vor allem auch Untersuchungen über die Verbreitung dieser Bakterien in der Natur.

Die untersuchten Bakterien stimmten in allen wesentlichen Eigenschaften mit den von Lieske beschriebenen überein. Sie waren Kohlenstoff-autotroph und reduzierten Salpeter bei Sauerstoff-Abschluß unter gleichzeitiger Oxydation von Thiosulfat. Außer in Schlamm wurden die Bakterien vom Verf. gefunden in Ackererde, Komposterde, Buchenwaldboden und Torf. Sie sind also in der Natur weit verbreitet.

Am größten ist, nach Ansicht des Verf. die Zahl der Bakterien in

Torf, am geringsten in Ackererde. Buchenwaldboden, Komposterde und Schlamm nehmen eine Mittelstellung ein. Die Zahl der Bakterien nimmt in den untersuchten Böden im Gegensatz zu anderen Mikroorganismen mit der Tiefe nicht ab.

Interessant ist die Feststellung, daß die Zahl der Bakterien in humusreichen Böden größer ist als in an organischer Substanz armen, was auf indirekte Uısachen zurückgeführt werden muß, da das Wachstum der autotrophen Bakterien in Reinkultur durch organische Substanz nicht gefördert wird. Da Verf. diese Versuche nicht mit Reinkulturen ausführte, sind dieselben leider wenig beweisend.

Verf. schließt auf die Zahl der im Boden enthaltenen Bakterien aus der Zeit, die gleich angesetzte und mit gleichen Impfmengen versehene Kulturen bis zum Auftreten der Gasentwicklung brauchen, was jedoch nicht als einwandfrei bezeichnet werden kann. Verf. findet selbst, daß verschiedene Stämme des Organismus bei gleicher Impfmenge verschieden große Zeiten bis zur Gasentwicklung brauchen. Für die Zeitunterschiede können aber auch noch ganz andere Ursachen vorliegen, z. B. können sich verschiedene Stämme in derselben Nährlösung ganz verschieden schnell vermehren. Genaue Zähl-Versuche können nur mit der in vorliegendem Falle allerdings nicht ganz leicht ausführbaren Platten-Methode angestellt werden.

Die beschriebenen Bakterien gewinnen ihren Sauerstoff durch Reduktion von Nitraten. Verf. versuchte die Nitrate durch organische Sauerstoffquellen, z. B. Methylenblau, zu ersetzen, jedoch ohne Erfolg. — Es wurde ferner gezeigt, daß durch Zusatz von Thiosulfat oder Natrium-Bikarbonat zur Ackererde eine lebhafte Denitrifikation hervorgerufen werden kann.

Die Untersuchungen ergaben jedenfalls, daß die beschriebenen Bakterien im Haushalt der Natur und auch für die landwirtschaftliche Praxis eine bedeutende Rolle spielen. R. Lieske.

Kufferath, H., Action de la gélatine à diverses concentrations sur les Bactéries et les levures. (Travail de l'Institut Pasteur de Bruxelles.)

Centralbl. f. Bakt. 1914. **42,** 557.

In Fortsetzung früherer Untersuchungen über den Einfluß wachsenden Gelatinegehalts des Nährbodens auf das Wachstum von grünen Algen (Bulletin de la Soc. Roy. de Bot. de Belgique, Mai 1914) hat der Verf. auch das Verhalten einiger Bakterien und Hefen unter ähnlichen Verhältnissen untersucht mit dem — älteren Ergebnissen von Weigert

widersprechenden — Ergebnis, daß höherer Gelatinegehalt das Wachstum beeinträchtigt, aber keineswegs durchaus verhindert. Erst ein Gehalt von 70 auf 100 in Gelatine wirkt in der Tat entwicklungshemmend.

Als Ursache davon will Verf. einmal den Wassermangel in konzentrierten Nährböden (physiologische Trockenheit! Ref.) betrachten, daneben aber eine Wirkung (der in der Gelatine enthaltenen) organischen Stickstoffverbindungen, unter denen der Verf. aufzählt Glykokoll, Leucin, Glutaminsäure usw., und von denen er einzelne als schädlich für die Entwicklung der Bakterien und Hefen ansieht. Der Verf. scheint zu glauben, daß diese Aminosäuren usw. fertig in der Handelsgelatine vorkommen; er behält sich nämlich als experimentum crucis vor, weitere Untersuchungen, deren Schwierigkeit er sich freilich nicht verhehlt, mit einer Gelatine anzustellen, die von diesen organischen Stickstoffverbindungen gereinigt ist. Das wird ihm allerdings nicht gelingen! Behrens.

Buromsky, Iw., Über den Einfluß der organischen Säuren auf die Hefe. (Bakteriologisches Laboratorium des landwirtschaftlichen Instituts Moskau.)

Centralbl. f. Bakt. 1914. **42,** 530.

Buromsky zog verschiedene Hefen, alle angeblich in Reinkulturen, natürlich bei Lichtzutritt, in Nährlösungen, die neben mineralischen Nährstoffen als Stickstoffquellen Pepton oder Asparagin und als stickstoffreie Kohlenstoffquellen verschiedene organische Säuren oder höhere Alkohole (Glyzerin, Mannit) enthielten, von denen indessen nur die Pepton und organische Säuren enthaltenden ein längeres Gedeihen der Hefen gestatteten. Bei den sauren Peptonlösungen nahm das zunächst dürftige Wachstum bei den folgenden Überimpfungen allmählich bis zu einem gewissen Grade zu. Die an die Säuren — unter denen die Weinsäure am wenigsten günstig war — gewöhnten Hefen zeigen sich nun aber bei Übertragung in zuckerhaltige Nährlösungen nicht sofort fähig, den Zucker zu vergären. Wie die Untersuchung lehrte, enthielten die in Lösungen von Pepton und organischen Säuren herangewachsenen, und an sie gewöhnten Hefen keine »Zymase«, während im Gehalt an Oxydase, Reduktase, Katalase gar kein oder wenigstens kein wesentlicher Unterschied zwischen solcher und in Zuckerlösung gezogener Hefe gefunden wurde. Erst allmählich, nach kürzerer oder längerer Zeit, stellte sich nach Übertragung in zuckerhaltige Lösungen bei den säuregewohnten Hefezuchten wieder Gärvermögen ein, das also unter dem

Einfluß äußerer Verhältnisse, der Gegenwart von Zucker, von den Nachkommen wiedererlangt wurde, allerdings, wie die Untersuchung lehrte, nicht von allen in gleichem Grade und gleich schnell.

Es handelt sich also weder beim Verlust noch bei der Wiedererlangung des Gärvermögens um eine Mutation, sondern um eine Anpassung an die Ernährungsbedingungen, die vielleicht nicht allen Individuen gelingt, dem Organismus an sich aber möglich ist.

Behrens.

Ross, H., Über verpilzte Tiergallen.

Ber. d. d. bot. Ges. 1914. **32**, 574.

»Ambrosiagallen« im Sinne Negers werden, wie der Verf. zeigt, nicht nur durch Asphondylien erzeugt, sondern auch durch Lasioptera-, Schizomyia-, Dasyneura- und Contarinia-Arten. Verf. zieht es vor, sie als verpilzte Tiergallen zn bezeichnen. Als neue Beispiele für diesen Typus beschreibt Ross die Produkte der Asphondylia echii (auf Echium vulgare), A. melanopus (auf Lotus corniculatus), A. rosmarini (auf Rosmarinus officinalis), Lasioptera carophila (auf Daucus carota u. a. Umbelliferen), Schizomyia galiorum (auf Galium mollugo) u. a. Wie die Pilzinfektion der Gallen erfolgt, bleibt auch dem Verf. unklar; Buchner stellte an Asphondylia cytisi und A. sarothamni fest, daß den Tieren Pilzorgane, wie sie von den Homopteren her bekannt sind, fehlen und in den Eiern keine pilzlichen Anteile zu entdecken sind. Verf. nimmt eine rein äußerliche Übertragung der Pilzkeime an, die vielleicht durch die fein behaarten Füße oder Flügel der Insekten vermittelt werden könnten.

Küster.

Harder, Richard, Morphologie und Physiologie von Hyalopus heterosporus nov. spec.

Centralbl. f. Bakt. II. 1914. **42**, 27.

Verf. fand in einer Normallösung von Ammonchlorid einen Pilz, der in der Flüssigkeit Flocken von $^1/_4$ bis $^1/_2$ cm Durchmesser bildete. Nähere Untersuchungen ergaben, daß es sich um eine neue Art der Gattung Hyalopus handelte, die Verf. wegen der Eigentümlichkeit, sehr verschieden große Sporen zu bilden, H. heterosporus nannte.

Die Hauptmenge der Sporen ist ungefähr 4 μ und 2 μ breit, es wurden aber auch Sporen von 10 bis 15 μ Länge gefunden. Der Pilz gedieh gut auf sauren, neutralen und alkalischen Nährböden, war aber gegen freie Säure sehr empfindlich. Die interessanteste Eigenschaft des

Pilzes ist, daß er mit äußerst geringen Mengen von Nährstoffen gedeihen kann. Er wurde in einer als chemisch rein bezeichneten Ammonchlorid-Lösung gefunden. Versuche mit kohlenstoffreien Nährlösungen, die aus reinsten Salzen und besonders sorgfältig destilliertem Wasser hergestellt waren, ergaben immer ein beträchtliches Wachstum. Sogar in reinem destilliertem Wasser wurden Auskeimen der Sporen und Wachstum bis zur Fruktifikation erzielt.

Die Versuche Harders sind recht lehrreich, denn sie zeigen, wie vorsichtig man bei ernährungsphysiologischen Versuchen mit Mikroorganismen sein muß, da manche von ihnen mit minimalsten Mengen von Nährstoffen gedeihen können R Lieske.

Ramlow, G., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Ascoboleen.

Mycol. Centralbl. 1914. **5**, 177--198.

Der Verf. hat nach seiner Arbeit über Thelebolus stercoreus seine Untersuchungen auf die ganze Gruppe der Ascoboleen ausgedehnt. Äußere Umstände haben ihn verhindert, diese völlig zum Abschluß zu bringen. Die vorliegenden Beobachtungen beziehen sich hauptsächlich auf Ascophanus carneus und Ascobolus immersus. Die Angaben über verschiedene Rhyparobius-Arten und Thelebolus Zukalii behandeln nur die äußere Morphologie.

Ascophanus carneus und Ascobolus immersus gehören zu den Formen, für die von anderer Seite Kernverschmelzungen innerhalb des Ascogons beschrieben waren. Verf. weist nun nach, daß diese Angaben von Cutting für Ascophanus und Welsford für Ascobolus irrtümlich sind. Die normale Befruchtung besteht auch hier in einer paarweisen Aneinanderkoppelung der zahlreichen Ascogonkerne, die dann als Paare in die ascogenen Hyphen wandern und im Ascus verschmelzen. Es wandern aber nicht alle Kerne aus dem Ascogon aus, und die zurückbleibenden degenerieren. Hierbei treten oft mehrere solcher Kerne, zwei und drei zusammen, fließen ineinander und bilden dann größere Kernblasen mit zwei oder drei Nukleolen. Das sind wahrscheinlich die »Fusionskerne« der oben genannten Autoren. Daß sie keine normalen Gebilde sind, kann Verf. sehr schön durch den Nachweis zeigen, daß die Fusionskerne keine Centren aufweisen, während alle gesunden Kerne im Ascogon wie in den ascogenen Hyphen außer dem Nucleolus schon im Ruhezustande ein Centrosom besitzen, das von einer deutlichen Strahlung umgeben ist.

Dodge hatte vor kurzem längere Auswüchse an den Ascogonen

der Ascoboleen beobachtet und sie als Trichogyne gedeutet, denen er auch eine sexuelle Funktion zuschrieb. Verf. lehnt diese Deutung bestimmt ab und führt die Erscheinung auf anormale Ernährungsbedingungen zurück.

Am Schluß seiner Arbeit geht der Verf. dann auf die Beziehungen in dem Entwicklungsgange der beiden untersuchten Ascoboleen zu dem von Thelebolus stercoreus ein. Er weist darauf hin, daß Thelebolus, bei dem er schon vor der Claußenschen Pyronemaarbeit nur eine Kernverschmelzung feststellte, heute nicht mehr abseits steht. »Die von mir festgestellte Entwicklung von Thelebolus stercoreus ist vollkommen homolog derjenigen der hier beschriebenen Ascoboleen, nur daß bei Thelebolus der Entwicklungsgang noch weiter reduziert ist. Der Umstand, daß hier eine Ascogonzelle, die nur zwei Kerne enthält, direkt zum Ascus wird, macht es erklärlich, daß die Vorgänge, die sich bei Ascophanus carneus und Ascobolus immersus im Ascogon, in den ascogenen Hyphen und im Ascus abspielen, bei Thelebolus stercoreus auf die eine Zelle des Ascogons, die unmittelbar zum Ascus wird, beschränkt bleiben. Insofern sind meine Untersuchungen über Thelebolus indirekt eine Bestätigung der hier vorliegenden Ergebnisse. Ascophanus carneus und Ascobolus immersus sind eine Zwischenstufe in der Reihe von Pyronema bis zu Thelebolus.« Nienburg.

Haberlandt, G., Zur Physiologie der Zellteilung. II.

Sitzgsber. Ak. Wiss. Berlin. 1914. **46**, 1096.

Die zweite Mitteilung bestätigt die in den ersten veröffentlichten Ergebnisse des Verf.s, nach welchen in isolierten Stücken des Grundgewebes der Kartoffelknollen — namentlich den aus dem Mark gewonnenen — Zellteilungen dann erfolgen, wenn Leptomanteile in dem Gewebestückchen enthalten sind. Die neuen Untersuchungen ergeben, daß an den verschiedensten Objekten — Achsen von Sedum spectabile, Althaea rosea, Brassica oleracea, Blättern von Bryophyllum- und Peperomia-Arten — ganz analoge Wirkungen eines vom Leptom gelieferten »Zellteilungsstoffes« (Leptomin?) sich beobachten lassen. Bei den Blättern konnten bündellose Lamellen durch aufgelegte bündelhaltige beeinflußt und ihre Zellen zu Teilungen gebracht werden.

Küster.

Ruhland, W., Weitere Beiträge zur Kolloidchemie und physikalischen Chemie der Zelle.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1914. **45**, 391.

Die neuen Beiträge des Verfs. bringen neue Stützen für seine Ultrafiltertheorie: ebenso wie die früher untersuchten Anilinfarbstoffe entsprechen auch die in den Pflanzen vorkommenden Kolloïde hinsichtlich ihrer Permeïrfähigkeit oder -unfähigkeit der vom Verf. aufgestellten Regel. Von Kohlehydraten wurden Inulin, Glykogen und Dextrin untersucht; ihre Teilchen sind zu groß als daß sie noch in die Pflanzenzelle eindringen könnten; die Glykoside, Cyclamin und Saponin, ferner die Protokatechusäure dringen leicht ein, ihre Teilchengröße ist eine geringe. Ebenso permeïren die Alkaloïde, über deren Lösungszustände auf Grund seiner Kapillarisationsversuche Verf. eingehend berichtet. Im Gegensatz zu den Alkaloïdbasen sind ihre Salze im allgemeinen nicht als kolloïd zu bezeichnen; die geringe Giftwirkung, die von den Salzen ausgeht, hängt offenbar mit ihrer Unfähigkeit als ungespaltene Moleküle in die Zellen einzudringen, zusammen; nur die hydrolytisch abgespaltenen kolloïden Basenanteile permeïren.

Lepeschkins Angaben über den beträchtlichen Diffusionswiderstand der Zellmembranen werden widerlegt; die Moore-Roafsche Theorie und Liesegangs Einwände werden abgelehnt. Auf die von Jost geäußerten Bedenken gegen die Ultrafiltertheorie antwortet Verf. mit dem Versuch, das Verhalten der Kolloïde und Kristalloïde einheitlich zu erklären: auf Grund des Gibbsschen Theorem und im Anschluß an Traubes Haftdrucktheorie ließe sich annehmen, daß über Permeïren und Nichtpermeïren zunächst die Kapillaraktivität der den Zellen gebotenen Stoffe und nächst ihr die Teilchengröße entscheiden: die kapillaraktiven Kristalloïde permeïren die Plasmahaut, da ihre Teilchengröße eine sehr geringe ist; bei den kapillaraktiven Kolloïden hängt es von dem Grad der Dispersion ab, ob ihre Teilchen die Plasmahaut durchwandern können oder nicht.

Bei der Behandlung allgemeiner zellenphysiologischer Fragen erörtert Verf. auch die nach der Unterscheidung von Intra- und Extrameabilität des Plasmas und diskutiert die Faktoren, durch welche mehr oder minder leicht einwandernde Stoffe am Extrameïren gehindert werden können. Küster.

Paulmann, R., Über die Anatomie des Laubblattes.

Flora. 1914. **107,** 227—258.

Es ist in den letzten Jahren gezeigt worden, daß allgemein basale Blätter eines Triebes sich mehr als Schattenformen, apikale mehr als Lichtformen ausbilden. Entsprechendes gilt nun nach den Untersuchungen des Verf. auch für das einzelne Blatt: Seine Spitze hat mehr

die Merkmale des Lichtblattes, während die Basis mehr Schattenform ist. Dieser Unterschied zwischen Basis und Spitze macht sich vor allen Dingen in der Ausbildung des Assimilationsparenchyms geltend, daneben aber auch in der Dichte der Nervatur, in der Größe und Struktur der Epidermiszellen, sowie in der Größe der Spaltöffnungen. Nicht ganz auf dieses Prinzip zurückzuführen sind die Unterschiede, die bezüglich der Dicke der Blattlamina und der Verteilung der Stomata bestehen.

In ökologischer Hinsicht sind die Resultate des Verf. leicht verständlich. In kausaler Hinsicht haben sie einstweilen nur eine mehr negative Erklärung gefunden, insofern als sich zeigen ließ, daß weder die Richtung, in der sich das Blatt entwickelt, noch die bei der Ontogenie einfallende Lichtmenge eine irgendwie nachweisbare Rolle spielen. So werden innere Ursachen verantwortlich gemacht. Jost.

De Vries, Marie S., The influence of temperature on Phototropism in seedlings of Avena sativa.

Proceedings of the Royal Academy of Sciences, Amsterdam, Januar 1913.

—, Die phototropische Empfindlichkeit des Segerhafers bei extremen Temperaturen.

Berichte d. d. bot. Gesellschaft. **31,** 5. Heft, 233.

Das Erscheinen der Arbeit »Studien über die Einwirkung der Temperatur auf die tropistische Reizbarkeit etiolierter Avena-Keimlinge« von Torsten Nyberg hat die Verf. veranlaßt, ihre Versuche, die sie auf demselben Gebiet gemacht hat, in einer vorläufigen Mitteilung zu veröffentlichen. Torsten Nybergs Versuche hatten ergeben, daß die Temperatur (auch extreme von —3° und +47,3° C) keinen Einfluß auf den phototropischen Reizprozeß ausübe. Er schloß daraus, daß der phototropische Perzeptionsvorgang auf einem photochemischen Prozeß beruhe; denn photochemische Reaktionen werden nur in geringem Maße von der Temperatur beeinflußt. Die Verf. erhielt andere Resultate als Torsten Nyberg, und zwar schlossen sich ihre Ergebnisse an die von Rutgers für den geotropischen Reizvorgang gefundenen an.

An Stelle des von Torsten Nyberg benutzten Segerhafers gebrauchte Verf. Keimlinge von Avena sativa. Sie standen vor dem Versuch wenigstens 1 Stunde in einem elektrisch geheizten Thermostaten. Hier herrschte jeweilig diejenige Temperatur, bei welcher nachträglich die Wirkung des phototropischen Reizes untersucht werden sollte. Nach der Reizung wurden die Keimlinge herausgenommen und führten die Krümmung bei 20° C aus.

Verf. bestimmte die Lichtmenge, die bei den verschiedenen Temperaturen erforderlich war, um eine Krümmung von bestimmter Größe zu erhalten.

Die Versuche wurden bei Temperaturen von 0°—40° C ausgeführt. Die Ergebnisse bei 1 Stunde Vorerwärmung stellt Verf. graphisch dar. Es ergibt sich eine Optimumkurve, deren Gipfel bei 30° liegt. Von 0°—30° folgt die Perception der van't Hoffschen Regel. Der Temperatur-Coefficient ist durchschnittlich 2,6, entspricht also dem bei chemischen Reaktionsgeschwindigkeiten gefundenen. Um den Einfluß der Vorerwärmung zu prüfen, wurde die Dauer derselben von 1, 2, 4, 6 bis mehr Stunden variiert. Es zeigte sich, daß von 0°—25° C. die Dauer der Vorerwärmung von keinem Belang ist. Von 27,5°—30° jedoch wird der Reizprozeß durch eine längere Vorerwärmung gefördert. Erst bei 32,5° wirkt sie ungünstig, d. h. es ist dann eine größere Lichtmenge nötig, um die gewünschte Krümmung hervorzurufen. — Der nachgewiesene Einfluß der Temperatur bezieht sich auf den Vorgang der Perception; die Reaktionszeit ist bei allen Temperaturen zwischen 5° und 37° dieselbe. In der weiteren Arbeit der Verf. »Die phototropische Empfindlichkeit des Segerhafers bei extremen Temperaturen« wurde dasselbe Material benutzt, das Torsten Nyberg verwandt hatte. Die Verf. erhielt damit dieselben Resultate wie mit Avena sativa. Der Unterschied zwischen ihren Befunden und denen Torsten Nybergs wird also durch die Verschiedenheit des Versuchsmaterials nicht erklärt.

Während der Drucklegung dieses Referats erschien die vollständige Arbeit der Verf. »Der Einfluß der Temperatur auf den Phototropismus« (Extr. d. Rec. des Trav. bot. Nèerl. Vol. XI, Livr. 3, 1914). Die Arbeit bringt außer den Tabellen, die die mitgeteilten Befunde bestätigen, noch den Nachweis, daß die Temperatur nicht nur den Prozeß der Perzeption, sondern auch den Krümmungsvorgang beeinflußt. Die Konstanz der Reaktionszeit, die Verf. festgestellt hatte, besteht nur dann, wenn die verschieden vorerwärmten Keimlinge die Krümmung bei ein und derselben Temperatur ausführen. M. M. Riß.

Maximow, N. A., Experimentelle und kritische Untersuchungen über das Gefrieren und Erfrieren der Pflanzen.

Jahrb. f. wissensch. Bot. 1914. **53,** 327—420.

Müller-Thurgau und Molisch haben auf Grund ausgedehnter Untersuchungen die Ansicht zu begründen versucht, daß der Gefriertod der Pflanze hauptsächlich auf einer durch die Bildung des Eises her-

vorgerufene allzu große Wasserentziehung zurückzuführen sei. Gegen diese Wasserentziehungstheorie haben sich Mez und einige seiner Schüler (Apelt, Rein und Voigtländer) gewendet. Nach Mez hat jedes Protoplasma ein spezifisches Temperaturminimum, sowie dieses überschritten wird, tritt der Tod ein. Die Eisbildung sei nicht nur keine Todesursache, sondern sogar ein nützlicher Faktor, da sie mit Wärmeausscheidung verknüpft ist und weitere Temperaturerniedrigung hemmt.

Maximow unterwirft nun in der vorliegenden Arbeit die Theorie von Mez einer auf sehr sorgfältigen Untersuchungen und Erwägungen beruhenden Kritik, die zu einer vollständigen Ablehnung der Mezschen Theorie führt. Maximow erörtert zunächst die Methode der thermoelektrischen Temperaturmessung in ihrer Anwendung auf die Untersuchungen des Gefrierens der Pflanzen, macht auf die Fehlerquellen früherer Untersuchungen aufmerksam und schlägt eine Reihe von Verbesserungen vor, die bei künftigen einschlägigen Experimenten von großem Nutzen sein werden.

Sodann unterzieht er die Grundsätze der Theorie vom spezifischen Minimum einer kritischen Revision und stellt zunächst fest, daß die Behauptung von Mez, daß aller erstarrungsfähiger Zellsaft schon zwischen 0 und —6° C erstarrt und daß demgemäß bei einer Temperatur unter —6° C keine stärkere Austrocknung des Plasmas eintreten kann, falsch ist, und daß in allen Fällen die Todestemperatur viel höher liegt als der Punkt, wo die Eisbildung ihr Ende erreicht, d. h. lange bevor der eutektische Punkt eintritt. — Von besonderem Interesse sind auch die Beobachtungen über den Gang der Temperatur in gefrierenden Pflanzenteilen, aus denen hervorgeht, daß man nicht einen, sondern zwei Gefrierpunkte unterscheiden müsse, wovon der eine auf das Gefrieren des beim Verwunden durch den Meßapparat herausgetretenen Zellsaftes und der zweite auf das eigentliche Gefrieren des Gewebes zurückzuführen ist. Dies ist bei der Bestimmung des eutektischen Punktes wohl zu beachten. Im Blattstiel von Tussilago liegen die beiden Gefrierpunkte bei —1,83 und —3,06° C.

Der Verf. beschäftigt sich auch mit der für die Theorie des Erfrierens wichtigen Frage, ob der Eintritt des Todes von einem gewissen, durch die Eisbildung hervorgerufenen Entwässerungsgrade oder einer gewissen minimalen Temperatur, dem spezifischen Minimum im Sinne von Mez, abhängt.

Nach Maximows Untersuchungen ist der Gefrierpunkt keineswegs eine konstante Größe, sondern von der Temperatur des umgebenden Mediums in hohem Grade abhängig. Wäre die Theorie von Mez vom

spezifischen Temperaturminimum richtig, so dürfte die Verschiebung des Gefrierpunktes unter dem Einflusse der Temperatur der Umgebung keine Einwirkung auf die Todestemperatur haben. Würde aber die Entwässerungstheorie zu Recht bestehen, dann wäre zu erwarten, daß eine Verschiebung des Gefrierpunktes auch eine entsprechende Vorrückung des Todespunktes nach sich ziehen würde. Die Versuche Maximows sprechen nun ganz und gar gegen die Theorie von Mez, da ein- und dieselbe Endtemperatur unter dem Einfluß verschiedener Abkühlungsbedingungen zu völlig verschiedenen Resultaten führt.

Auch konnte der Verf. aus den Abkühlungskurven und durch Berechnung der Menge des bei verschiedenen Bedingungen gebildeten Eises mittels der Bestimmung des Auftauungsverlaufes der Versuchsobjekte bei konstanten Temperaturen feststellen, daß nicht der Abkühlungsgrad, sondern die Menge des gebildeten Eises als entscheidendes Moment beim Absterben der Pflanzen anzunehmen sei, ganz in Übereinstimmung mit auf anderem Wege gewonnenen Befunden von Müller-Thurgau und Molisch.

Maximow geht näher darauf ein, ob die Eisbildung allein durch Wasserentziehung oder noch sonstwie das Plasma schädige. Nachdem er bereits früher (1912) gezeigt, daß die Hypothese von Gorke und Lidforss, nach welcher der Kältetod auf die allzustarke Konzentration der im Zellsafte enthaltenen Salze zurückzuführen sei, nicht angenommen werden kann, analysiert er zunächst die Anschauung von H. W. Fischer, der annahm, daß das Absorptionsvermögen der Plasmakolloide, bei dem durch das Gefrieren bedingten Wasserentzug derart verändert wurde, daß das erfrorene Plasma — einem Hydrogel ähnlich — nicht mehr imstande ist, dieselbe Wassermenge wie vor dem Erfrieren festzuhalten.

Auch Maximow ist davon überzeugt, daß beim Gefrieren die Plasmakolloide verändert werden, aber nicht so sehr in dem von Fischer angenommenen Sinne, sondern wie sonst die Veränderung in irreversibeln mechanischen Zustandsänderungen, die durch das übermäßige Annähern und Zusammenkleben der Kolloidteilchen bewirkt werden. — Als Hauptresultat der Arbeit Maximows ergibt sich: 1. Die Erfrierungstheorie von Mez vom spezifischen Temperaturminimum ist abzulehnen. 2. Die Wasserentziehungstheorie von Müller-Thurgau und Molisch wird vollständig rehabilitiert und insofern ergänzt, daß das beim Gefrieren entstehende Eis nicht bloß eine wasserentziehende, sondern auch eine mechanisch-koagulierende Wirkung auf die Kolloide des Plasmas ausübt.

Die Arbeit Maximos zeichnet sich durch die Feinheit der Methodik, Klarheit der Darstellung und objektive Kritik aus und bedeutet einen erfreulichen Fortschritt auf dem Gebiete unserer Kenntnisse des Erfrierens der Pflanze. Molisch.

Neue Literatur.

Pilze.

Dietel, P., Versuche über die Keimungsbedingungen der Teleutosporen einiger Uredineen. (Centralbl. f. Bakt. II. *1915.* **41,** 698—705.)
Ferdinandsen, C., und **Winge, Ö,** Studies in the genus Entorrhiza C. Weber. (Dansk bot. Arkiv. *1914.* **2,** No. 1. 14 S.)
Gaßner, G., Die Teleutosporenbildung der Getreiderostpilze und ihre Bedingungen. (Zeitschr. f. Bot. *1915.* **7,** 65—134.)
Lange, J. E., Studies in the Agarics of Denmark. I. General introduction. The genus Mycena. (Dansk bot. Arkiv. *1914.* **1,** No. 5. 40 S.)
Schouten, S. L., Eine sproßlose Form von Dematium pululans De Bary und eine sterile Zwergform von Phycomyces nitens Agardh. (Fol. microbiol. *1914.* **3,** Heft 2. 12 S.)
Thaxter, R., On certain peculiar Fungus parasites of living insects. (The bot. gaz. 1914. **58,** 235—254.)
—, New or peculiar Zygomycetes. III: Blakeslea, Dissophora, and Haplosporangium, nova genera. (Ebenda. 353—367.)

Algen.

Børgesen, F., The marine Algae of the Danish West Indies. II. Phaeophyceae. (Dansk bot. Arkiv. *1914.* **2,** No. 2. 68 S.)
Kolkwitz, R., Über die Ursachen der Planktonentwicklung im Lietzensee. (Ber. d. d. bot. Ges. *1914* [*1915*]. **32,** 639—666.)
Lechmere, A. E., Eine epiphyllische Ulothrix. (Naturwiss. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. *1915.* **13,** 30—41.)
Ruttner, F., Die Verteilung des Planktons in Süßwasserseen. (Fortschr. d. naturwiss. Forschung. *1914.* **10,** 273—336.)
Votava, A., Beiträge zur Kenntnis der Inhaltskörper und der Membran der Characeen. (Österr. bot. Zeitschr. *1914.* 442—455.)

Moose.

Evans, A. W., Report on the Hepaticae of Alaska. (Bull. Torrey bot. club. *1914.* **41,** 577—617.)
Olsen, C., Vegetationen i nordsjaellandske Sphagnummoser. (Bot. Tidsskr. *1914.* **34,** 1—43.)
—, Vegetation of Sphagnum-moors in North Sealand. (Ebenda. 43—45.)

Farnpflanzen.

Black, C. A., Branched cells in the prothallium of Onoclea sensibilis L. (Bull. Torrey bot. club. *1914.* **41,** 617—621.)

Jossa, M., Le développement de l'appareil conducteur dans les rhizomes des Osmundacées et Gleicheniacées. (Univ. Genève Inst. bot. [8] *1914.* **12,** 1—66.)
Sharp, L. W., Spermatogenesis in Marsilia. (The bot. gaz. *1914.* **58,** 419—432.)

Gymnospermen.

Farwell, O. A., The correct name of the hemlock spruce. (Bull. Torrey bot. club. *1914.* **41,** 621—631.)
Petersen, O. G., Forandring i Vedbygning ved Genrejsning hos Rødgran [Picea excelsa]. (Bot. Tidsskr. *1914.* **33,** 354—361.)

Zelle.

Black, C. A., s. unter Farnpflanzen.
Haberlandt, G., s. unter Physiologie.
Votava, A., s. unter Algen.

Gewebe.

Mikrographie des Holzes der auf Java vorkommenden Baumarten, im Auftrage des Kolonial-Ministeriums, unter Leitung von Prof Dr. J. W. Moll, bearb. von H. H. Janssonius. Departement f. Landwirtsch. in Buitenzorg. 4. Lief. (3. Bd. S. 1—336.) Leiden, Buchh. u. Druckerei vorm. E. J. Brill. *1914.*
Snow, L. M., Contributions to the knowledge of the diaphragms of water plants. I. Scirpus validus. (The bot. gaz. *1914.* **58,** 495—518.)
Winton, K. B., Histology of flax fruit. (Ebenda. 445—449.)

Physiologie.

Coulter, J. M., Reproduction in plants. (The bot. gaz. *1914.* **58,** 337—355.)
Crocker, W., and **Davis, W. E.**, Delayed germination in seed of Alisma Plantago. (Ebenda. 285—321.)
Eckerson, F., Thermotropism of roots. (Ebenda. 254—264.)
Gaßner, G., s. unter Pilze.
Grabert, W., Über den Einfluß allseitiger radialer Wachstumshemmung auf die innere Differenzierung des Pflanzenstengels. (Diss. Halle. *1914.* 58 S.)
Haberlandt, G., Zur Physiologie der Zellteilung. (Sitzgsber. k. Akad. Wiss. Berlin. *1914.* 1096—1111.)
Harris, G. A., Further observations on the relationship between the number of ovules formed and the number of seeds developing in Cercis. (Bull. Torrey bot. *1914.* **41,** 333—350.)
Heinricher, E., Über besondere Keimungsbedingungen, welche die Samen der Zwerg-Mistel Arceuthobium Oxycedri (DC.) M. Bieb. beanspruchen. (Centralbl. f. Bakt. II. *1914.* **41,** 705—712.)
Janse, J. M., Les sections annulaires de l'écorce et le suc descendant. (Bull. jard. bot. Buitenzorg. *1914.* [2] **13,** 1—93.)
Osterhout, W. J. V., The measurement of antagonism. (The bot. gaz. *1914.* **58,** 272—273.)
—, The forms of antagonism curves as affected by concentration. (Ebenda. 367 bis 372.)
Otis, Ch. H., The transpiration of emersed water plants: its measurement and its relationships. (Ebenda. 457—495.)
Shull, G. H., Longevity of submerged seeds. (The plant world. *1914.* **17,** 329 bis 337.)

Vries, M. S. de, Der Einfluß der Temperatur auf den Phototropismus. (Rec. trav. bot. Néerl. *1914.* **11,** 1—96.)
Wisselingh, C. van, Über den Nachweis des Gerbstoffes in der Pflanze und über seine physiologische Bedeutung. (Beih. bot. Centralbl. I. *1914.* **32,** 155—217.)
Ziegenspeck, H., Die chemische Zusammensetzung der Raphiden von Scilla maritima. (Ber. d. d. bot. Ges. *1914* [*1915*]. **32,** 630—633.)

Fortpflanzung und Vererbung.

Benner, V., Nogle Jagtagelser over Galanthus nivalis. (Bot. Tidsskr. *1914.* **33,** 362—372.)
Chodat, R., La notion d'espèce et les méthodes de la botanique moderne. (Rev. univ. Bruxelles. *1914.* 721—744.)
Getman, M. R., Oogenesis in Hormosira. (The bot. gaz. *1914.* **58,** 264—272.)
Harris, J. A., s. unter Physiologie.
Jeffrey, E. C., Spore conditions in hybrids and the mutation hypothesis of de Vries. (Ebenda. 322—337.)
Raunkiaer, C., »Gymnospermi« hos Knowltonia vesicatoria. (Bot. Tidsskr. *1914.* **33,** 379.)
—, Kimdannelse uden Befrugtning hos Chondrilla juncea L. (Ebenda. 379—381.)
Sharp, L. W., s. unter Farnpflanzen.
Shull, G. H., A peculiar negative correlation in Oenothera hybrids. (Journ. of genetics. *1914.* **4,** 83—102.)

Ökologie.

Chase, A., Field notes on the climbing Bamboos of Porto Rico. (The bot. gaz. *1914.* **58,** 277—280.)
Fuller, G. D,, Evaporation and soil moisture in relation to the succession of plant associations. (Ebenda. 193—235.)
Lechmere, A. E., s. unter Algen.
Shreve, F., The role of winter temperatures in determining the distribution of plants. (Am. journ. of bot. *1914.* **1,** 194—202.)
—, A montane rain-forest. A contribution to the physiological plant geography of Jamaica. (Carnegie inst. Washington. *1914.* 8°, 110 S.
—, The district effects of rainfall on hygrophilous vegetation. (The journ. of ecol. *1914.* **2,** 82—98.)

Systematik und Pflanzengeographie.

Eichler, J., Gradmann, R. und **Meigen, W.,** Ergebnisse der pflanzengeographischen Durchforschung von Württemberg, Baden und Hohenzollern. VI. (Jahresh. Ver. Vaterländ. Naturk. i. Württemberg. *1914.* **70,** 317—388.)
Elkins, M. S., and **Wieland, G. R.,** Cordaitean wood from the Indiana Black Shale. (Am. journ. sc. *1914.* **38,** 65—78.)
Harper, R. M., A superficial study of the pine-barren vegetation of Mississippi. (Bull. Torrey bot. club. *1914.* **41,** 351—368.)
Jeppesen, J., Botaniske Notiser fra Faeröerne. (Bot. Tidsskr. *1914.* **33,** 385 bis 388.)
Krüger, W., Über das Vorkommen von Juncus tenuis im Regierungsbezirk Lüneburg. (Zeitschr. f. Naturwiss. *1914.* 351—354.)
Robert, E. A., The plant successions of the Holyoke Range. (The bot. gaz. *1914.* **58,** 432—445.)
Schulz, A., Über mittelalterliche Getreidereste aus Deutschland. (Ber. d. d. bot. Ges. *1914* [*1915*]. **32,** 633—639.)

Seidelin, A., Vegetationen i. nogle Vandhuller i Nordvendsyssel. (Bot. Tidsskr. *1914.* **33**, 372—378.)
Vestal, A. G., Prairie vegetation of a mountain-front area in Colorado. (The bot. gaz. *1914.* **58**, 377—401.)
Warming, E., Om Bornholms Plantevaekst. (Bot. Tidsskr. *1914.* **33**, 281—353.)
—, Aal Praestesø vest for Varde. (Ebenda. 379—381.)

Angewandte Botanik.

Herter, W., Der mikroskopische Nachweis der Kartoffel im Roggenbrot. (Zeitschr. f. d. ges. Getreidewesen. *1914.* **6**, 205—210.)
—, und **Rasch, W.**, Die quantitative Bestimmung des Kartoffelstärkemehles im Brot. (Ebenda. 210—211.)
Stapf, O., Townsend's grass or rice grass. (Proc. Bournemouth nat. sc. soc. *1914.* 7 S.)

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Brannon, M. A., Fasciation. (The bot. gaz. *1914.* **58**, 518—527.)
Laubert, R., Die Septoria-Krankheit der Chrysanthemum. (Handelsbl. f. d. d. Gartenbau. *1915.* **30**, 17—18.)
—, Über eine Phoma-Krankheit des Grünkohls. (Deutsche landw. Presse. *1914.* **41**, 1030—1031.)
Neger, F. W., Der Eichenmehltau (Microsphaera Alni [Wallr.], var. quercina). (Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. *1915.* **13**, 1—30.)
Tubeuf, C. v., Einschleppung des Koloradokäfers in Deutschland. (Ebenda. 41—44.)

Technik.

Anderson, E. G., Retention of chlorophyll through the paraffin process. (The bot. gaz. *1914.* **58**, 528—529.)

Verschiedenes.

Bachmann, H., Zur Gründung einer Centralanstalt für Hydrobiologie der Binnengewässer. (Archiv f. Hydrobiol. u. Planktonk. *1914* [*1915*]. **10**, 113—118.)
J. M. C., Philippe Edouard Léon van Tieghem. (The bot. gaz. *1914.* **58**, 527 bis 528.)
Lange, L., Führer durch den botanischen Garten der Stadt Metz. Metz, G. Scriba. *1914.*

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.



Fortsetzung auf nächster Seite.

Hofbuchdruckerei Rudolstadt

ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG JOST · FRIEDRICH OLTMANNS
HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH

SIEBENTER JAHRGANG VIERTES HEFT

MIT 8 ABBILDUNGEN IM TEXT



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1915

Monatlich erscheint ein Heft im Umfange von 4—5 Druckbogen
Preis für den Jahrgang: 24 Mk.

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Manuskripte, Bücher usw.) bitten wir zu richten an
Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. **Oltmanns, Freiburg i. Br.,** Jacobistr. 23

Inhalt des vierten Heftes.

I. Originalarbeit.

II. Besprechungen.

III. Neue Literatur.

Das Honorar für die Originalarbeiten beträgt Mk. 30.—, für die in kleinerem Drucke hergestellten Referate Mk. 50.— für den Druckbogen. Dissertationen werden nicht honoriert. Die Autoren erhalten von ihren Beiträgen je 30 Sonderabdrücke kostenfrei geliefert. Auf Wunsch wird bei rechtzeitiger Bestellung (d. h. bei Rücksendung der Korrekturbogen) eine größere Anzahl von Sonderabzügen hergestellt und nach folgendem Tarif berechnet:

Jedes Exemplar für den Druckbogen	10	Pfg.
Umschlag mit besonderem Titel	10	„
Jede Tafel einfachen Formats mit nur einer Grundplatte .	5	„
Jede Doppeltafel mit nur einer Grundplatte	7,5	„
Tafeln mit mehreren Platten erhöhen sich für jede Platte um	3	„

Über den Einfluß des Lichts auf das Wachstum der Koleoptile von Avena sativa.

Von

Ernst Vogt.

Mit 8 Abbildungen im Text.

Einleitung.

Der Einfluß des Lichts auf das Längenwachstum der Pflanzen ist oft untersucht worden. Sieht man von den durch dauernde Verdunklung bedingten Etiolementserscheinungen ab, so gilt im allgemeinen als Regel, daß durch Beleuchtung das Wachstum gehemmt wird. Für Sprosse ist das von Sachs (1872), Reinke (1876) und Godlewski (1890) festgestellt worden, für Wurzeln von Strehl (1874), Müller (1876), Wiesner (1880), Darwin (1880), Kny (1902) und Iltis (1903). Daß die Laubblätter sich ebenso verhalten, geht aus den Arbeiten Prantls (1873) und Steblers (1878) hervor; endlich haben Vines (1878) und Stameroff (1897) gefunden, daß auch bei den Sporangienträgern der Mucorineen und den Rhizoiden von Marchantia die Wachstumsgeschwindigkeit im Dunkeln größer ist als am Licht.

In der Mehrzahl dieser Arbeiten handelt es sich um den Einfluß des Tageslichts, also einer Lichtquelle von wechselnder aber immerhin recht hoher Intensität. Nachdem durch Blaauw (1909) und Fröschel (1908) für den Phototropismus nachgewiesen wurde, daß die Lichtmenge maßgebend ist, daß also niedere Intensitäten bei langer Belichtungsdauer denselben Effekt haben können wie hohe Intensitäten bei entsprechend kürzerer Dauer, war auch für das Studium des Längenwachstums Dauer und Intensität der Beleuchtung genauer zu beachten, als das bisher geschah. Da außerdem durch mehrere Autoren gezeigt worden ist, daß dieses sogenannte Reiz-

mengengesetz beim Phototropismus keineswegs immer gilt, so ist zurzeit eine erneute Untersuchung der Abhängigkeit des Wachstums von allseitiger Beleuchtung zweifellos ein Bedürfnis. Ferner galt es festzustellen, ob auch ein Wechsel in der Beleuchtung an sich schon auf den Gang des Wachstums einwirkt, ob die Pflanze allgemein auf einen solchen Reiz zu reagieren vermag, wie es die zu photonastischen Bewegungen befähigten Organe tun. Daß wirklich, wie Pfeffer (Physiologie II, S. 109) anführt, »durch einen plötzlichen Beleuchtungswechsel der Regel nach keine auffallende transitorische Reaktion veranlaßt wird«, das kann man aus den bisherigen Beobachtungen nicht mit Sicherheit schließen, weil fast stets nur in relativ großen Zwischenräumen und mit wenig genauen Apparaten gemessen wurde.

Im Gegensatz zu den erwähnten Arbeiten, wo als Untersuchungsobjekte meist Sprosse oder Wurzeln dikotyler Pflanzen dienten, sind die im folgenden dargestellten Beobachtungen fast ausschließlich an der Koleoptile von Avena sativa gemacht und zwar aus mehreren Gründen. Vor allem besitzt dies Organ eine hohe Empfindlichkeit schon gegen geringe Lichtwirkungen, während es unter den schädlichen Einflüssen der sogenannten Laboratoriumsluft wenig leidet; ferner ist es leicht möglich, eine große Anzahl gleichlanger und gerader Keimlinge in kurzer Zeit zu erhalten. Es hat deshalb die Haferkoleoptile bereits in zahlreichen Arbeiten über den phototropischen Reizvorgang ausgedehnte Verwendung gefunden, und ihre phototropischen und geotropischen Eigenschaften sind nach vielen Richtungen hin genau untersucht. Mit dem Einfluß des Lichts auf das Wachstum haben sich aber nur einige Forscher (Rothert 1896, S. 28; und Fitting 1907) beschäftigt, und auch diese nur wenig eingehend. Eine ausführliche Bearbeitung dieser Frage, die doch enge Beziehungen zu den Untersuchungen über die phototropische Krümmung aufweist, stand also noch völlig aus. Zwar hat sich, wie erwähnt, schon Fitting (1907) mit der Wirkung des Lichts auf das Wachstum von Gramineenkeimlingen befaßt, doch wollte er in der Hauptsache die Verteilung der Empfindlichkeit gegen wachstumshemmende Lichtwirkungen untersuchen. Ferner machte

Fitting seine Beobachtungen an Keimlingen des Paniceentypus, und fügt nur am Schlusse der Arbeit (S. 132) die Bemerkung hinzu, er habe ähnliche Verhältnisse auch bei Avena gefunden. Seine Untersuchungen ergaben, daß sowohl alleinige Belichtung des Kotyledo als auch des Hypokotyls genügt, um das fast ganz auf die oberen Teile des Hypokotyls beschränkte Wachstum zu verzögern, daß also bei Belichtung des ganzen Keimlings der von der Spitzenregion basalwärts geleitete Reiz die hemmende Wirkung des direkt auf das Hypokotyl auftreffenden Lichtes noch verstärkt. Da die Versuche mit Tageslicht ausgeführt wurden, so geben auch sie keinen zahlenmäßigen Ausdruck für die Abhängigkeit der Wachstumshemmung von der einwirkenden Lichtintensität bzw. Lichtmenge. Diese Beziehungen hat H. Jakobi (1911) für das der Haferkoleoptile ähnliche Keimblatt von Triticum vulgare sowie für Keimpflanzen von Phaseolus und Sinapis untersucht und ist dabei zu dem Resultat gekommen, daß geringe Lichtmengen, hervorgebracht entweder durch kurzdauernde Einwirkung einer Intensität von 100 M.-K. oder längere Einwirkung niederer Intensitäten unter 25 M.-K. fördernden Einfluß auf das Wachstum haben. Es wird später noch auf diese Arbeit zurückzukommen sein.

Methodik.

Sämtliche Beobachtungen sowie die Aufzucht der Versuchspflanzen wurden in einem vollkommen dunkeln Kellerraume des Instituts vorgenommen. Ein regulierbarer Gasofen ermöglichte es, die Temperatur des mit Korkwänden und Doppeltür versehenen Zimmers in allen Jahreszeiten zwischen 21° und 23° C zu halten; während der einzelnen Versuchsserien, also für die Dauer von etwa einer Woche, blieb die Temperatur, wie aus den Aufzeichnungen eines Thermographen hervorgeht, sehr konstant bis auf 0,5° C. Nur bei langdauernder oder intensiver Beleuchtung trat in dem engen Raume oft ein Steigen der Temperatur um $^1/_2$ bis 1° C ein; doch konnte durch leichtes Öffnen der Tür nach einem ebenfalls dunkeln Vorraume in den meisten Fällen auch hier eine gewisse Regulation erzielt werden. Um ferner die Luftfeuchtigkeit möglichst gleichmäßig zu halten,

waren flache Tongefäße mit Wasser aufgestellt, deren Inhalt stetig erneuert wurde.

Die Früchte des weißen Ligowo Hafers wurden eingequellt, in feuchtem Sägemehl zur Keimung gebracht und in kleine 12 cm hohe Glaszylinder, die mit einem Gemisch von $^2/_3$ Erde und $^1/_3$ Sand gefüllt waren, dicht am Rande eingepflanzt. Es wurde besonders darauf geachtet, daß die Medianebene der Frucht parallel zum Gefäßumfang stand, denn es zeigte sich, daß die Schmalseite der Koleoptile für die Beobachtung mit dem Horizontalmikroskop günstiger ist, als die Breitseite. Ferner wurden die Früchte mit den Spelzen eingepflanzt, da auf diese Weise sehr gerade wachsende Koleoptilen erhalten werden.

Die Messung der Zuwachsgrößen wurde je nach Art des Versuches auf verschiedene Weise vorgenommen. Für die Beobachtung des Wachstumsverlaufs in längeren Zwischenräumen von 6 oder 12 Stunden genügte das Anlegen eines Maßstabes an die Keimlinge, zumal hier stets Mittelwerte aus vielen Exemplaren berechnet wurden. Genauere Messungen, besonders wenn sie in kürzeren Abständen erfolgen sollen, können jedoch nur mit dem Horizontalmikroskop ausgeführt werden, da jede mechanische Vergrößerung des Zuwachses durch die notwendig mit ihr verbundene Beeinflussung der Pflanze schädigend wirken kann. Zur mikroskopischen Messung standen mir zwei Horizontalmikroskope mit Okularmikrometern zur Verfügung. Durch Verwendung verschiedener Objektive und durch Ausziehen des Okulartubus konnte die Vergrößerung für die einzelnen Untersuchungen beliebig variiert werden, so daß dem Abstand zweier Teilstriche im Okularmikrometer eine Strecke von 15, 30, 40, 50 oder 80 μ entsprach. Das Gesichtsfeld der Mikroskope wurde durch eine 5 M.-K. starke Metallfadenlampe mit Überbirne aus dunklem Rubinglas, wie sie als photographische Dunkelzimmerlampe vielfach im Gebrauch ist, so hell erleuchtet, daß sich die äußere Koleoptilspitze als scharfe Silhouette an der Okularskala abhob. Zum Ablesen der Uhr und zum Notieren der Beobachtungen diente eine zweite Birne aus Rubinglas; bei beiden Lampen hatte die spektroskopische Untersuchung ergeben, daß nur sehr wenig orange, bestimmt

aber keine grünen Strahlen mehr durchgelassen wurden. Sämtliche Versuche wurden auf einem in die Grundmauer des Instituts eingelassenen Steintisch ausgeführt, der von jeder geringsten Erschütterung frei war. Handelte es sich darum, ein sehr genaues Bild des Wachstumsverlaufs zu gewinnen, so wurde das Vorrücken der Koleoptilspitze an der Okularskala in kurzen Intervallen von 3 Minuten beobachtet; bei Messungen in längeren Zeiträumen konnte die Verlängerung der Koleoptile an der Millimeterteilung des Mikroskopstativs abgelesen werden.

I. Abschnitt.

Wachstumsverlauf unter konstanten Bedingungen.

1. Wachstum in Dunkelheit.

Die Koleoptile von Avena ist ein Organ von begrenzter Wachstumsbefähigung. Nach Erreichung einer je nach den Bedingungen recht verschiedenen Länge schließt sie mit dem Durchbruch des ersten Laubblattes ihr Wachstum ab. Den Wachstumsverlauf wie auch die Endlänge galt es zunächst einmal unter möglichst konstanten Außenbedingungen festzustellen. Zu dem Zweck genügten Messungen in Abständen von 12 Stunden, und sie konnten am besten in folgender Weise gleichzeitig an mehreren Exemplaren ausgeführt werden. Die Keimlinge waren am Rand einer größeren Glasschale eingepflanzt, die gut zentriert auf der horizontalen Scheibe eines Klinostaten festgekittet war. Durch Drehen der Scheibe mit der Hand gelangte ein Keimling nach dem andern in das Gesichtsfeld des Mikroskops. Seine Spitze wurde auf einen bestimmten Teilstrich des Okularmikrometers eingestellt und nun die Höhe des Mikroskoptubus an der mit Nonius versehenen Millimeterteilung des Stativs genau abgelesen; aus den Differenzen der einzelnen Ablesungen ergaben sich unmittelbar die Zuwachsgrößen. Die Messungen wurden morgens und abends 8 Uhr beim Licht der beiden roten Lampen vorgenommen, die

dann, um Erwärmung zu vermeiden, sofort wieder ausgedreht wurden; während der übrigen Zeit wurde das Dunkelzimmer nicht betreten. Auf diese Weise sind die in Tabelle 1 wiedergegebenen Werte erhalten worden, die aus 40 untereinander prinzipiell übereinstimmenden Beobachtungsreihen als Beispiele ausgewählt wurden.

Tabelle 1.

Große Periode des Wachstums unter konstanten Bedingungen. Die Temperatur stieg während der vier Tage langsam von 22,4° auf 22,8° C. Die Zahlen geben die Zuwachswerte in Millimeter für je 12 Stunden.

Keimling	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Nacht 8h p. m. — 8h a. m.	3,1	6,5	4,0							
Tag 8h a. m. — 8h p. m.	10,4	16,7	14,3	5,0	3,8	2,0	3,1	0,3	6,4	6,6
Nacht	**23,3**	**20,1**	**20,1**	13,4	15,5	15,6	11,2	2,9	18,8	15,4
Tag	17,1	11,4	16,1	**22,4**	**20,4**	**21,8**	**18,3**	11,3	**23,2**	**18,3**
Nacht	10,2	4,7	7,5	14,3	14,2	16,7	14,8	**15,5**	12,9	10,2
Tag	5,3	0,8	2,9	5,9	7,1	6,9	5,3	11,8	5,5	3,6
Nacht	0,5		0,6	1,3	0,7	1,9	0,9	5,5	0,9	0,5
Tag								1,9		

Wie man sieht, ist die Wachstumsgeschwindigkeit in der ersten Beobachtungsperiode sehr gering, steigt dann aber rasch und erreicht ihr Maximum etwa am zweiten Tage nach erfolgtem Auskeimen; darauf sinkt sie in ungefähr der gleichen Zeit wieder auf Null. Zu bemerken ist, daß bei diesen und allen folgenden Angaben über die Länge der Koleoptile der oberste Spelzenrand als Basis angenommen wurde.

2. Einfluß dauernder Beleuchtung auf den Wachstumsverlauf.

Schon bei oberflächlicher Beobachtung fällt es auf, daß die Koleoptile am Licht ihr Wachstum früher einstellt, und daß sie hier eine geringere Endlänge erreicht, als im Dunkeln. Um diesen Einfluß des Lichts auf das Koleoptilwachstum näher zu studieren, wurden folgende Versuche ausgeführt.

Von je zwei unter ganz gleichen Bedingungen angesetzten Haferkulturen wurde die eine vom Beginn des Koleoptilwachstums an senkrecht von oben mit je 1000, 100, 25 und 5 M.-K. belichtet, während die andere unter sonst möglichst übereinstimmenden Außenbedingungen dunkel gehalten wurde.

Die Messung der Zuwachsgrößen erfolgte in Intervallen von 12 Stunden durch Anlegen eines transparenten Maßstabes, da wegen der viel größeren Anzahl der Versuchspflanzen die mikroskopische Messung auf der Drehscheibe hier nicht durchzuführen war; selbstverständlich wurden die verdunkelten Keimlinge bei schwachem roten Licht gemessen. Es war bei diesen Versuchen nicht zu vermeiden, daß die Temperatur zwischen 19,6° und 21° C schwankte; da es sich aber um ziemlich grobe Messungen handelt, so dürfte dieser Umstand nicht störend in Betracht kommen.

Die Tabelle 2 enthält eine Zusammenstellung der Resultate; alle Zahlen sind Mittelwerte aus 15 bis 18 Exemplaren.

Tabelle 2.

Wachstumsverlauf von Haferkoleoptilen unter dem Einfluß verschiedener Lichtintensitäten im Vergleich zu dunkel gehaltenen Keimlingen.

1	2	3	4	5	6		7	8	9
Intensität	5 M.-K.		25 M.-K.		100 M.-K.			1000 M.-K.	
	Belichtet	Dunkel	Belichtet	Dunkel		Belichtet	Dunkel	Belichtet	Dunkel
Anfangslänge	6,5	6,8	8,3	7,9		5,3	5,6	3,2	3,2
1. Zuwachs Tag	9,3	9,2	7,9	7,8	Nacht	5,1	8,0	6,9	7,3
2. „ Nacht	12,0	11,9	12,6	12,3	Tag	12,8	14,6	13,8	13,8
3. „ Tag	13,4	13,9	14,6	14,5	Nacht	**17,6**	18,3	**16,5**	15,7
4. „ Nacht	**13,9**	**14,2**	**15,3**	**16,8**	Tag	14,6	**20,8**	9,2	**17,9**
5. „ Tag	8,5	12,5	7,8	14,4	Nacht	8,6	11,0	2,1	11,3
6. „ Nacht	3,9	8,3	1,9	8,5	Tag	2,5	6,9		9,9
7. „ Tag	0,8	3,2		2,3	Nacht		2,4		3,4
8. „ Nacht		1,1		0,8	Tag		0,9		1,2
Endlänge . . .	68,3	81,1	68,4	85,3		66,5	88,5	51,7	83,7
Relative Werte	84,2	100	80,2	100		75,1	100	61,7	100
Differenz . . .	**15,8**		**19,8**			**24,9**		**38,3**	

Wir sehen daraus, daß auch am Licht genau wie im Dunkeln die große Periode des Wachstums deutlich hervortritt. Das Maximum der Wachstumsgeschwindigkeit liegt bei den mit schwachen Intensitäten von 5 und 25 M.-K. belichteten Kulturen im gleichen Beobachtungsintervall, dem vierten Halbtag, wie bei den zugehörigen Dunkelkulturen, und die bis dahin erzielte Gesamtzuwachsgröße ist in beiden Fällen nahezu die gleiche:

5 M.-K. Zuwachs 48,6 mm (Belichtet) gegen 49,2 mm (Dunkel)
25 „ „ 50,4 „ „ „ 51,4 „ „

Nach Überschreiten des Maximums tritt bei den Lichtpflanzen eine stärkere Verminderung der Wachstumsgeschwindigkeit ein als bei den Dunkelpflanzen; während die belichteten Keimlinge in 3 × 12 bzw. 2 × 12 Stunden nur noch eine Verlängerung um 13,2 und 9,7 mm erfahren, wachsen die Dunkelpflanzen 4 × 12 Stunden weiter und lassen in dieser Zeit einen Gesamtzuwachs von 25,1 und 26,0 mm erkennen.

Bei den höheren Intensitäten von 100 und 1000 M.-K. verläuft das Wachstum nur noch in den ersten 3 × 12 Stunden annähernd ebenso wie bei den dunkel gehaltenen Keimlingen. Damit ist bei den beleuchteten Pflanzen das Maximum schon erreicht und es beginnt nun ein rascher Abfall auf Null in 3 × 12 bzw. 2 × 12 Stunden. Die Dunkelpflanzen aber zeigen hier natürlich das gleiche Verhalten wie bei den eben beschriebenen Versuchen mit niederen Intensitäten. Das Maximum der Wachstumsgeschwindigkeit fällt bei ihnen auf den vierten Halbtag, und der absteigende Ast der Zuwachskurve umfaßt ebenfalls 4 × 12 Stunden. Je h ö h e r demnach die einwirkende Lichtintensität ist, desto f r ü h e r und desto s t ä r k e r setzt ihre hemmende Wirkung ein.

Besonders auffallend macht sich der Erfolg der Belichtung in der E n d l ä n g e der Koleoptile geltend. Da die in Tabelle 2 zusammengestellten vier Versuche nicht unter vollständig gleichen Außenbedingungen ausgeführt werden konnten, sondern Übereinstimmung dieser Faktoren bestimmt nur in bezug auf Licht- und Dunkelkultur e i n e s Versuchs herrschte, so sind die Werte für die mittlere Länge der Dunkelkeimlinge untereinander etwas verschieden (81,1; 85,3; 88,5; 83,7). Berechnen wir aber die mittleren Längen der Lichtpflanzen auf einen übereinstimmenden Wert für die Dunkelpflanzen, z. B. 100, so tritt, wie die beiden untersten Querspalten der Tabelle 2 zeigen, die mit steigender Intensität zunehmend verkürzende Wirkung des Lichts klar hervor. (Die Verkürzung beträgt für 5 M.-K. 15,8, für 25 M.-K. 19,8, für 100 M.-K. 24,9 und für 1000 M.-K. 38,3 %.)

3. Einfluß der Temperatur auf das Wachstum der Koleoptile.

Neben dem Licht ist es vor allem die Temperatur, welche bestimmenden Einfluß auf Wachstumsverlauf und Endlänge der Koleoptile besitzt. Wie unter der Wirkung des Lichts das Koleoptilwachstum eher zum Abschluß kommt als im Dunkeln, so hat auch höhere Temperatur den Erfolg, daß die Koleoptile früher ihr Wachstum einstellt und eine geringere Länge erreicht, als in niederer Temperatur, wo die Wachstumsgeschwindigkeit zwar vermindert wird, die Wachstumsdauer aber eine sehr viel längere sein kann.

Über den Einfluß der Temperatur auf den Gang des Wachstums wurden nur einige orientierende Beobachtungen angestellt; die Versuchsmethode war hierbei die gleiche wie bei den Beobachtungen über die Wirkung verschiedener Lichtintensitäten. Von zwei möglichst übereinstimmenden Kulturen kam die eine sofort nach Beginn der Keimung in einen kühlen, vollkommen dunkeln Kellerraum, in dem die Temperatur während der Dauer des Versuchs bis auf wenige Zehntel Grade konstant blieb und im Mittel 15,3° C betrug. Die andere Kultur wurde zur gleichen Zeit in einen ebenfalls dunkeln Thermostaten gebracht, dessen Temperatur sich zwischen 32,1° und 32,6° C hielt. Alle 12 Stunden wurden die Pflanzen bei rotem Licht gemessen und zwar auch hier durch Anlegen des Maßstabes, und die mittlere Zuwachsgröße aus den ca. 20 Keimlingen berechnet. Wie die in Tabelle 3 angeführten Messungen zeigen, beginnt bei den in niederer Temperatur befindlichen Koleoptilen ein lebhafteres Wachstum erst zu einer Zeit, in der bei den auf höherer Temperatur gehaltenen Keimlingen das Wachstumsmaximum schon überschritten ist. Ferner ist hier die ganze Zuwachskurve flacher, ohne ein so hohes Maximum wie bei den stärker erwärmten Keimlingen. Dafür dauert in niederer Temperatur das Wachstum viel länger, so daß hier doch eine bedeutend größere Endlänge erreicht wird als in hoher Temperatur.

Weitere Beobachtungen dieser Art wurden nicht ausgeführt und zwar aus folgendem Grunde. Wie die oben geschilderten Versuche (s. Tab. 3, S. 202) über den Einfluß des Lichts gezeigt

Tabelle 3.

Wachstumsverlauf von Avena-Koleoptilen in verschiedener Temperatur. Beide Kulturen A und B wurden zu gleicher Zeit angepflanzt; A kam in einen Thermostaten von 32,3° C, B in einen Raum von 15,3° C. Die Zahlen sind Mittelwerte aus 18 bis 20 Exemplaren.

Anfangslänge	A =	4,3														
	B =			8,5												
Zuwachsgrößen in je 12 Std.	A =	12,1	16,3	10,5	6,4	1,1										
	B =			8,1	8,8	9,3	10,4	11,7	10,6	8,3	8,1	6,8	6,5	3,2	2,8	1,4
Endlänge	A =	50,7														
	B =	104,5														

haben, besitzen wir in der Endlänge der Koleoptile ein sehr gutes Maß für die Wirkung des Lichts auf das Wachstum dieses Organs; und es ergab sich aus gelegentlichen Beobachtungen, daß auch schon geringere Unterschiede in der Temperatur durch verschiedene Längen der Koleoptile zum Ausdruck gebracht werden. Die Messung der Endlänge allein ist aber sehr viel bequemer und weniger zeitraubend, da zu diesem Zweck die ausgewachsene Koleoptile abgeschnitten und an den Maßstab angelegt werden kann und damit jede Störung des Wachstumsverlaufs durch Messen der Keimlinge mittels Maßstabes während ihres Wachstums vermieden wird. Ferner erhält man auf diese Weise sichere Mittelwerte, da die Messung abgeschnittener Koleoptilen sehr genau und schnell auszuführen ist und aus diesem Grunde eine große Anzahl von Keimlingen zum Versuch verwendet werden kann. Gerade dieser Umstand ist aber ganz besonders wichtig, weil hierdurch die bedeutenden individuellen Eigentümlichkeiten eliminiert werden, die auf das Resultat von recht störendem Einfluß sein können.

Die angestellten Versuche erstrecken sich auf Temperaturen von 7° bis 45° C. Nachdem die Pflanzen vom Beginn der Keimung bis zum Durchbruch des ersten Laubblattes durch die Koleoptile in der untersuchten Temperatur gelassen waren, wurde die Koleoptile auf der Höhe der Samenkornspitze mit einem Skalpell abgeschnitten und ihre Länge bestimmt. Da beim Einpflanzen stets sorgfältig Früchte mit gleich weit entwickelten Keimwürzelchen ausgesucht wurden und die Anzahl der Keimlinge für jeden Versuch etwa 35 bis 50 betrug, so

Tabelle 4.

Einfluß verschiedener konstanter Temperaturen auf Endlänge und Wachstumsdauer der Koleoptile.

Temperatur °C	7,5	8,4	10,2	12,8	14,0	20,1	20,2	25,5	29,8	33,3	33,4	34,0	35,1	42,0
Endlänge in mm	117,1	120,8	131,4	150,3	122,0	99,4	94,6	75,6	59,7	45,8	45,1	38,0	35,7	0
Wachstumsdauer in Tagen	ca. 30	ca. 17	ca. 14	ca. 13	ca. 9	5	5	4	$3^1/_2$	3	3	3	$2^1/_2$	0

dürfte den erhaltenen Mittelwerten wohl so viel Genauigkeit zukommen, daß die für die einzelnen Temperaturen gefundenen Koleoptillängen untereinander vergleichbar sind, obwohl sich die Versuche über mehrere Jahreszeiten ausdehnten und das Samenmaterial einige Male erneuert werden mußte.

Die Temperaturen unter 20° C stellten sich im Laufe des Jahres in einem dunkeln Kellerraume von selbst ein. Da bei den niedersten untersuchten Temperaturen (7° bis 10° C) oft recht lange Zeit verstrich, bis die Koleoptilen ausgewachsen waren, so sind hier die Angaben für die Temperatur (Tabelle 4) Mittelwerte aus täglichen Aufzeichnungen; doch gingen die Änderungen der Temperatur immer sehr langsam und stetig vor sich, so daß ein in diesem Raume öfters aufgestellter Thermograph im Laufe einer Woche eine vollkommen gerade, wenig je nach der Jahreszeit auf- oder absteigende Linie aufzeichnete. Zur Erzielung konstanter Temperaturen über 20° C dienten zwei durch Gasflammen geheizte Zinkblechthermostaten mit Wasserfüllung.

In Tabelle 4 sind die bei verschiedenen Temperaturen gefundenen Endlängen der Haferkoleoptile und die zugehörigen Wachstumszeiten zusammengestellt. Wir bemerken, daß mit steigender Temperatur die Länge der Koleoptile im allgemeinen abnimmt, daß also die Wärme, ebenso wie das Licht, um so stärker verkürzend wirkt, je höher ihre Intensität ist. Es stellte sich die Abhängigkeit der Koleoptillänge vom Licht, soweit wir dessen Wirkung untersuchten, graphisch in einer einseitig abfallenden Kurve dar, deren Abszisse die Lichtintensitäten angibt und deren größte Ordinate, da sie dem Wert der Koleoptillänge in Dunkelheit entspricht, über dem Nullpunkt der

Abszissenachse errichtet werden muß. Einige der Tabelle 2, S. 199, entnommene Zahlen mögen dies veranschaulichen:

Intensität	0	5	25	100	1000 M.-K.
Koleoptillänge . .	100	84,2	80,2	75,1	61,7 mm

Im Gegensatz hierzu besitzt die aus Tabelle 4 zu entnehmende Kurve über den Einfluß der Temperatur auf die Endlänge der Koleoptile ein Maximum, das allerdings schon bei der auffallend niederen Temperatur von etwa 13° C erreicht wird. Der Vergleich zwischen dem Einfluß des Lichts und dem der Temperatur ist demnach in diesem Falle nicht vollständig durchzuführen, doch ist eine übereinstimmende und selbst eine ergänzende Wirkung von Licht und Temperatur schon mehrfach bei physiologischen Prozessen, besonders bei Keimungs- und Wachstumsvorgängen, festgestellt worden (vgl. z. B. Lehmann 1912, Gräntz 1898).

Die Frage nach der Ursache dieser außergewöhnlich tiefen Lage des Temperaturoptimums wäre einer besonderen Untersuchung wert. Hier mag nur erwähnt sein, daß in der Hauptsache wohl zwei Gründe für diese Erscheinung in Betracht kommen dürften. Einmal ist es sehr gut denkbar, daß bei den infraoptimalen Temperaturen Ernährungseinflüsse von maßgebender Bedeutung sind, etwa derart, daß die Reservestoffe der ja stets etiolierten Keimlinge im Laufe des über 15 bis 30 Tage sich hinziehenden, langsamen Wachstums veratmet werden, ehe sie in normaler Weise zum Aufbau der ersten Blätter verwendet werden können. Andererseits wäre es leicht möglich, daß korrelative Beziehungen zwischen dem primären Laubblatt und der Koleoptile hier eine Rolle spielen, indem das Wachstum des Laubblattes durch niedere Temperatur weniger verlangsamt wird als das der Koleoptile, und deshalb der Durchbruch des Blattes durch die Koleoptile und damit das Ende des Koleoptilwachstums relativ früher erfolgt. Zu entscheiden, ob eine dieser Vermutungen der Wirklichkeit entspricht, bleibt späteren Untersuchungen vorbehalten.

Zusammenfassung.

Die im Abschnitt I geschilderten Versuche über das Wachstum der Koleoptile unter konstanten Bedingungen haben folgendes ergeben:

1. In vollkommener Dunkelheit und bei einer Temperatur von 22 bis 23° C wird das Wachstum der Koleoptile in 4 bis 5 Tagen vollendet. Die große Periode des Wachstums tritt während dieser Zeit sehr deutlich hervor.

2. Durch Belichtung wird die Wachstumsdauer verkürzt, und zwar um so stärker, je höher die einwirkende Lichtintensität ist. Die große Periode tritt auch im Licht hervor, doch ist das Maximum geringer, und es folgt ein rascherer Absturz der Wachstumsgeschwindigkeit als im Dunkeln. Ferner erreicht die Koleoptile unter dem Einfluß des Lichts eine geringere Endlänge als in Dunkelheit, und auch dieser Erfolg der Beleuchtung ist mit zunehmender Lichtintensität ein stärkerer.

3. Der Einfluß verschiedener Temperaturen macht sich im Wachstumsverlauf dahin geltend, daß in höherer Temperatur die Wachstumsgeschwindigkeit größer, die Wachstumsdauer aber bedeutend geringer ist, als in niederer Temperatur. Die Endlänge der Koleoptile ist in tiefer Temperatur am größten; mit steigender Temperatur nimmt sie zuerst wenig zu bis zu einer auffallend tiefen Optimaltemperatur, dann aber dauernd ab.

II. Abschnitt.

Einfluß des Lichtwechsels auf das Wachstum der Koleoptile.

Es wurde schon in der Einleitung erwähnt, daß in sämtlichen älteren Arbeiten über den Einfluß des Lichts auf das Wachstum die Beobachtungen und Messungen nur in längeren Zwischenräumen und oft auch mit wenig genauen Apparaten vorgenommen wurden. Nur damit ist es zu erklären, daß keiner dieser Forscher auf die Folgen des Lichtwechsels selbst aufmerksam geworden ist. Es wird aber im folgenden gezeigt werden, daß ein plötzlicher Lichtwechsel starke und nachhaltige Wirkungen auf die Wachstumsvorgänge der Koleoptile ausübt, die in einer ganz ausgeprägten Reizreaktion zum Ausdruck kommen.

Um den Einfluß des Lichtwechsels zu untersuchen, war es nötig, den Verlauf des Koleoptilwachstums in kürzeren Intervallen zu verfolgen. Nach einigen Vorversuchen ergab sich, daß ein Zwischenraum von je drei Minuten hierbei am günstigsten war; bei noch geringeren Intervallen wirkten die kleinen »stoßweisen Änderungen des Wachstums« störend, bei längeren Zwischenräumen war das Bild des Wachstumsverlaufs natürlich weniger genau. Aus der Feststellung der großen Periode folgt, daß unter konstanten äußeren Bedingungen die Zuwachsgrößen pro Zeiteinheit erst zu- dann wieder abnehmen (vgl. S. 198 und Tabelle 1). Will man nun den Einfluß eines Außenfaktors auf das Wachstum, besonders wenn dieser Einfluß nur ein vorübergehender ist, studieren, so wird man auf solche autonome Veränderungen der Wachstumsgeschwindigkeit besondere Rücksicht zu nehmen haben. Es war demnach notwendig, die mikroskopische Beobachtung nicht auf längere Zeit auszudehnen, da sonst die aus inneren Ursachen erfolgende Zu- oder Abnahme der Wachstumsintensität störend eingreifen mußte; ferner war es am besten die Zeit des Optimums der großen Periode zur Beobachtung zu wählen, wo also das Wachstum am raschesten verläuft und irgendwelche Veränderungen seiner Geschwindigkeit am deutlichsten sein werden.

In welcher Weise die Zu- und Abnahme der Wachstumsgeschwindigkeit und das Stadium des intensivsten Wachstums mit der Länge der Koleoptile zusammenhängen, bringen die Zahlen der Tabelle 5 zum Ausdruck. Alle hier angeführten

Tabelle 5.
Änderung der Zuwachsgröße bei zunehmendem Alter der Koleoptile; gemessen in Dunkelheit und bei einer mittleren Temperatur von 22° C.

Länge der Koleoptile in mm	14	17	20	22	24	29	33	65	80
Mittlere Zuwachsgröße in μ pro 3 Minuten	41	54	67	71	76	80	83	79	59

Zuwachsgrößen sind in μ umgerechnete Mittelwerte aus je etwa 10 in Intervallen von 3 Minuten ausgeführten Beobachtungen. Dazu dienten die beiden Horizontalmikroskope, deren Vergrößerung 30 und 40, in einigen Fällen auch 50 μ pro Teil-

strich der Okularmikrometerskala betrug. Es muß erwähnt werden, daß die in Tabelle 5 zusammengestellten Beobachtungen nicht an einem einzigen Keimling gemacht sind, sondern aus mehreren Versuchsreihen stammen. Wie man sieht, findet sich das lebhafteste Wachstum bei einer Länge von 30 bis 60 mm. Da jedoch Keimpflanzen von über 30 mm Länge fast stets die bei mikroskopischer Beobachtungen so überaus störenden Nutationsbewegungen ausführen, so wurden zu den folgenden Versuchen nur vollkommen gerade Koleoptilen von etwa 15 bis 25 mm Länge verwendet. Bei diesen war der Gang des Wachstums für die Dauer von nicht mehr als drei Stunden ein genügend gleichmäßiger, falls die äußeren Bedingungen ganz konstant blieben. Das mögen die Zahlen der Tabelle 6 be-

Tabelle 6.

Wachstumsverlauf einer Koleoptile unter konstanten äußeren Bedingungen; die Zahlen bedeuten Zuwachsgrößen in μ pro 3 Minuten.

68	66	66	66	66	66	66	66	68	66
64	68	72	76	68	70	64	60	60	60
60	60	60	60	62	60	60	60	60	

weisen, die den längere Zeit unter konstanten Bedingungen verfolgten Wachstumsverlauf einer Haferkoleoptile darstellen. Stets wurde der ausgewählte Keimling 4 bis 6 Stunden vor Beginn des Versuchs aus dem mit Doppeltür versehenen Dunkelschrank des Versuchsraumes auf den Beobachtungstisch gebracht. Die schwache rote Lampe zur Erhellung des Gesichtsfeldes der Mikroskope brannte von diesem Augenblick an bis zur Beendigung des Versuches dauernd. Daß ihr Licht nicht ganz ohne Einfluß auf das Wachstum war, darauf wird später (S. 248 ff.) noch näher einzugehen sein, doch zog ich diese ständige Einwirkung des roten Lichts einem oft wiederholten An- und Abdrehen der Lampe beim Ablesen der Mikrometerskala vor, da ich mir sagte, daß ein solcher intermittierender Lichtreiz von stärkerem Einfluß auf die Gleichmäßigkeit des Wachstums sein müsse als ein konstant einwirkender. Jedem Versuch ging eine etwa halbstündige Beobachtung des Wachstumsverlaufs unter konstanten Bedingungen, also unter der alleinigen Wirkung der roten Beobachtungslampe, voraus. Erst wenn diese Voruntersuchung ergeben hatte, daß der Gang des

Wachstums genügend gleichmäßig war, wurde die Belichtung bzw. Verdunkelung vorgenommen, und ihr Einfluß auf den Wachstumsverlauf während einer Dauer von 1 bis 3 Stunden beobachtet.

1. Wirkung plötzlicher Beleuchtung.

A. Kurze Lichtwirkungen.

a) Von mittlerer Intensität (100 M.-K.).

Um die bei plötzlichem Lichteinfall auftretenden Veränderungen im Gang des Wachstums anschaulich zu machen, wird es am besten sein, zunächst einen einzelnen Versuch genauer

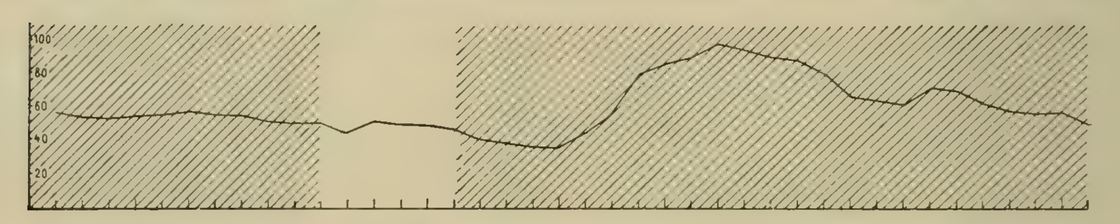


Fig. 1. Wirkung vertikaler Belichtung von 100 M.-K. Intensität und 15 Minuten Dauer auf das Wachstum einer Koleoptile. Die Abszisse ist in Abschnitte von 3 Minuten eingeteilt; die Ordinaten stellen die einzelnen Zuwachswerte in μ dar. Die schraffierten Räume bedeuten Dunkelheit. (Tabelle 8, Vers. 16.)

zu schildern. Die Fig. 1 gibt die bei diesem Versuch gemachten Beobachtungen in graphischer Darstellung wieder; in Tabelle 7 sind die in μ umgerechneten Zuwachsgrößen noch besonders angeführt.

Tabelle 7.

Zuwachsgrößen des in Fig. 1 dargestellten Versuchs in μ pro 3 Minuten.

56	58	60	60	60	58	60	56	54	54	56
56	58	56	52	51	52	Licht an!		46	52	50
50	48	Licht aus!		42	40	38	38	46	58	80
86	90	**98**	**94**	90	88	80	66	64	62	72
70	62	58	56	58	52	54	60	58		

Wie der Verlauf der Kurve zeigt, war der Gang des Wachstums vor Beginn der Lichtwirkung ein nicht ganz regelmäßiger, sondern er schwankte ziemlich stark zwischen 50 und 60 μ in der Zeiteinheit. Aus dem Protokoll des Versuchs geht hervor, daß die Ursache dieser Inkonstanz in einer leichten Rückwärtskrümmung zu suchen ist, die jedoch rasch wieder zurückging. Sobald dies geschehen war und die Zuwachsbe-

wegung wieder Gleichmäßigkeit zeigte, wurde zur Belichtung geschritten, und zwar erfolgte diese stets genau senkrecht von oben, in diesem Falle mit einer hundertkerzigen Wotan-Metallfadenlampe mit Emailschirm. Während der 15 Minuten dauernden Belichtung ging die Wachstumsgeschwindigkeit noch nicht nennenswert unter ihren früheren mittleren Wert herunter. Die plötzliche Senkung der Kurve zu Beginn der Lichtwirkung hat rein individuellen Charakter; sie wurde in anderen Versuchen nicht übereinstimmend gefunden und bedarf deshalb keiner weiteren Besprechung.

Sofort nach Aufhören der Belichtung begann jedoch ein Fallen der Wachstumskurve, das nach 9 Minuten (24 Minuten vom Beginn der Lichtwirkung an gerechnet) zu einem Minimum führte, in welchem die Zuwachsgrößen eine Verringerung um 25 bis 30 % ihres früheren Wertes erkennen ließen. Es folgte nun eine rasche und sehr bedeutende Zunahme der Wachstumsintensität, die in weiteren 21 Minuten auf einen Maximalwert anstieg, der die vor der Belichtung beobachtete Wachstumsgeschwindigkeit um etwa 80 % übertraf. Dieser höchste Punkt der Kurve wurde 45 Minuten nach Anfang der Belichtung erreicht. Hierauf setzte ein fast ebenso rasches, von mehrfachem erneutem Ansteigen unterbrochenes Sinken der Zuwachskurve ein, die nach 42 Minuten, vom Maximum gerechnet, vorübergehend ihre anfängliche Höhe erreichte, am Schlusse der Beobachtung jedoch ein nochmaliges Ansteigen zeigte. Die Wirkung einer 15 Minuten dauernden Belichtung mit 100 M.-K. auf den Wachstumsverlauf der Koleoptile kommt, also in einer deutlichen Hemmung und darauffolgenden, aber sehr viel stärkeren Steigerung der Wachstumsgeschwindigkeit, zum Ausdruck.

Um zunächst den Einfluß der Belichtungszeit auf Stärke und Ausdehnung dieser Reaktion zu studieren, wurden weitere Versuche mit der gleichen Intensität von 100 M.-K. angestellt. Diese Versuche, in denen die Dauer der Beleuchtung 1, 3, 9, 15 und 60 Minuten betrug, ergaben im Prinzip nichts neues (vgl. die Zusammenstellung in Tabelle 8 [s. S. 210 u. 211] Versuche 10 bis 17). Stets traten die gleichen Änderungen des Wachstumsverlaufs, wie sie soeben geschildert wurden, auf, und bei graphischer

Tabelle 8.

Nummer	Lichtintensität in M.-K.	Belichtungsdauer	Zuwachsgrößen in Mikren für je 3 Minuten	↓ Beleuchtung beginnt ↑ Verdunklung
1	5 M.-K.	5 Sek.	48 48 44 44 44 44 ↕	48 48 48 48 48 56
2	5 „	5 „	72 69 72 75 72 72 75 ↕	75 72 72 66 72 75
3	5 „	3 Min.	64 64 64 66 66 62 62 ↓	64 ↑ 66 66 68 70 68
4	5 „	3 „	74 72 74 74 74 74 ↓	76 ↑ 84 74 82 82 82
5	16 „	3 „	50 48 50 50 50 50 50 ↓	50 ↑ 50 52 52 52 48
6	16 „	3 „	48 48 50 48 46 40 40 40 40 38 36 ↓	36 ↑ 32 34 32 34 30
7	16 „	3 „	58 56 56 58 56 54 56 58 ↓	62 ↑ 70 70 62 58 56
8	16 „	3 „	72 70 68 68 68 70 76 72 ↓	76 ↑ 80 88 80 74 66
9	64 „	1 „	72 72 74 68 70 70 74 ↕	72 74 72 66 64 *54*
10	100 „	1 „	44 42 48 48 48 48 ↕	46 42 38 32 34 *26*
11	100 „	1 „	74 72 76 76 76 74 ↕	72 68 66 58 58 58
12	100 „	1 „	53 55 55 55 53 55 ↕	50 46 46 *44* *41* 57
13	100 „	3 „	72 68 70 64 60 60 60 60 60 60 60 60 ↓	60 ↑ 60 60 60 46 38
14	100 „	9 „	40 40 40 40 44 48 44 46 46 ↓	46 51 48 ↑ 48 48
15	100 „	9 „	68 72 74 74 78 80 80 80 76 76 74 70 ↓	64 64 70 ↑ 64 60
16	100 „	15 „	58 60 56 54 54 56 56 58 56 52 51 52 ↓	46 52 50 50 48 ↑
17	100 „	60 „	70 70 70 64 66 ↓	70 64 64 48 44

Tabelle 8 (Fortsetzung).

Zuwachsgrößen in Mikren für je 3 Minuten ↑ Verdunklung
48 48 48 52 52 48 48 48 44 44 44 40 40 40 40 40 40 40 42
78 78 75 72 78 75 72 69 69 69 69 66 66 66 66 69 66 69 66 69 69 72 69
64 64 64 58 62 66 70 74 68 66 58 68 64 66
70 74 74 78 76 72 66 64 70 76 74 70 70 66 76 74 80 78 82
46 *46* 50 50 50 **54** **54** **56** 52 48 44 44 44 42 42 46 50 48 40 54 50 48 46 56 62 62 56 68 66
36 38 46 46 44 44 42 38 34 30 32 36 38 36 40 44 48 56 60 64 62 60 52 44 46 50 52 64 60 56 64 64 64 64 58 56 58 60 68 62 60 58 60
48 *46* 54 64 68 62 **72** **70** **70** 62 60 60 60 58 62 64 66 60 58 60 60 62 66 64 58 60 66 64
60 *60* *58* 66 **68** **76** **72** 68 66 70 68 78 72 66 64 64 68 68 64 64
48 70 **84** **84** **84** 72 66 60 64 68 68 76 74 62 62 64 64

Zuwachsgrößen in Mikren für je 3 Minuten ↑ Verdunklung
26 32 36 **52** **60** **48** 46 42 38 38 44 46
56 62 **86** **90** **84** 76 76 84 80 74 78 74 68 68 72
53 **66** **57** 51 55 51 53 55 53 53 59 61 61 55
34 *30* 48 64 **82** **82** **76** 72 58 50 44 52 50 46 40 42 44 40 36 36 42 46 50 52 52 56 56 48 46 44 38 32 40 42 44 48 54 54 52 48
42 42 37 *35* *31* 39 59 66 **70** **75** **68** 59 57 51 55 55 61 57 59 55 51 51
60 58 *50* *54* 74 **86** **100** **92** **88** 78 82 84 86 82 88 86 86 92 88 88 82 86
42 40 *38* *38* 46 58 80 86 **90** **98** **94** **90** 88 80 66 64 62 72 70 62 58 56 58 52 54 60 58
44 40 *34* *36* 52 62 70 **80** **86** **80** 74 64 68 68 70 ↑ 68 78 76 70 72 68 70 72 74 80 82 74 72 72 68 66

Darstellung der Beobachtungen ergab sich übereinstimmend das typische Kurvenbild der Fig. 1 mit nur unwesentlichen Abweichungen quantitativer Art. Deutlich war ein Schwächerwerden der Reaktion mit abnehmender Belichtungszeit zu erkennen, dessen Ursache wir ohne Zweifel in der abnehmenden Lichtmenge zu suchen haben. Während wir in dem eben dargestellten Versuch bei 15 Minuten dauernder Beleuchtung eine Lichtmenge von 90000 M.-K.-S. anwendeten, beträgt die Lichtmenge bei einer Belichtung von 1 Minute Dauer nur 6000 M.-K.-S.

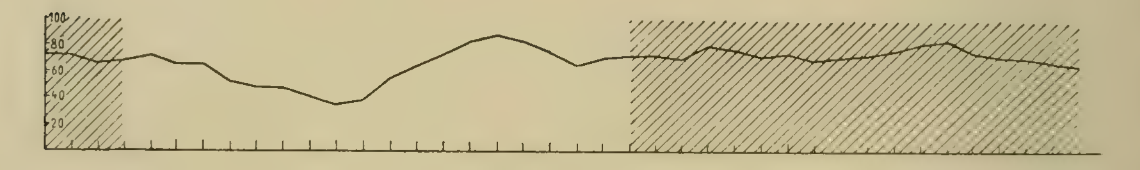


Fig. 2.

Dagegen nimmt die Stärke der Reaktion bei längerer Belichtung nicht in gleichem Maße zu, wie der Versuch mit einstündiger Belichtung von 100 M.-K. Stärke (360000 M.-K.-S.) lehrt (s. Fig. 2 u. Tabelle 8, No. 17). Dieser Versuch ist ganz besonders interessant dadurch, daß sich hier die ganze Reaktion während der Lichtwirkung abspielt, daß vor allem auch die auf die anfängliche Hemmung folgende Steigerung der Wachstumsintensität trotz der fortdauernden Beleuchtung in vollem Umfang stattfindet. Auf diese auffallende Tatsache wird später noch näher einzugehen sein (vgl. S. 222ff.). Da in den bisher angeführten Versuchen mit kürzeren Belichtungszeiten die Reaktion erst in der auf die Belichtung folgenden Wiederverdunkelung beginnt, so könnte man aus diesen Versuchen allein auch den Schluß ziehen, daß die anfängliche Wachstumshemmung von der Belichtung, die nachfolgende Steigerung von der wiedereintretenden Dunkelheit hervorgerufen werde, daß also die ganze Reaktion nur eine kombinierte Wirkung der abwechselnden Beleuchtung und Verdunkelung sei. Diese Auffassung ist nach dem eben geschilderten Ergebnis des Versuchs mit einstündiger Belichtung ganz unhaltbar. Es kann hiernach als unbedingt sicher gelten, daß die in allen Ver-

suchen gleichmäßig auftretende Verminderung und darauffolgende Förderung des Wachstums eine Reaktion der Pflanze auf den durch plötzlichen Lichteinfall erzeugten Reiz darstellt, die sich etwa mit den bekannten Schreckbewegungen vergleichen ließe.

Den weiteren Beweis für diese Behauptung liefert ein Vergleich der Lage von Minimum und Maximum in den verschiedenen Versuchen, der eine bemerkenswerte zeitliche Übereinstimmung dieser beiden hervortretendsten Kurvenpunkte erkennen läßt, wenn man vom Beginn der Lichtwirkung ausgeht. Das Minimum (Tabelle 8: Zahlen in *Kursivdruck!*) tritt bei 6 Versuchen etwa 21 bis 24 Minuten nach diesem Zeitpunkt ein und nur in zwei Fällen ist diese Zahl etwas geringer oder höher (vgl. Tabelle 8). Weniger Gleichmäßigkeit herrscht bei der Lage des Maximums (Tabelle 8: Zahlen in **Fettdruck**), die zwischen 30 und 45 Minuten nach Eintreten des Lichtreizes variiert, doch ist auch hier die Abhängigkeit vom Beginn der Beleuchtung, nicht etwa vom Beginn der Wiederverdunkelung ganz unverkennbar.

b) Wirkung von Lichtintensitäten unter 100 M.-K.

In den folgenden Versuchen wurde der Einfluß niederer Intensität und geringer Lichtmengen untersucht, um die untere Grenze der Reizwirkung des Lichts auf den Wachstumsverlauf festzustellen. Mit den üblichen Metallfadenbirnen konnten Lichtstärken von 64, 16 und 5 M.-K. erzielt werden; weitere Verminderung der Intensität erwies sich als zwecklos. Wie in den früheren Versuchen, so erfolgte auch hier die Belichtung genau senkrecht von oben; dadurch wurde erreicht, daß die Koleoptile nun besonders gerade wurde und ohne die im Dunkeln so störenden autonomen Krümmungen weiter wuchs. Es muß aber beachtet werden, daß bei dieser Art der Belichtung am allerwenigsten Lichtstrahlen auf den Keimling auftreffen. — In Tabelle 8, Versuch 1—9 sind die Beobachtungen über die Wirkung geringer Lichtmengen zusammengestellt. Es ist daraus zu ersehen, daß eine Belichtung mit 64 M.-K. und von 1 Minute Dauer (3840 M.-K.-S.) die bekannte Reaktion in ihrer typischen Form hervorruft. Bei weiterer Verringerung der Licht-

menge auf 2880 M.-K.-S. (16 M.-K. und 3 Minuten Dauer) wird das Resultat schon unsicher, denn von den vier hierüber angestellten Versuchen lassen nur zwei die Reaktion einigermaßen deutlich erkennen. Diese rasche Abnahme der Reaktionsstärke bei nur geringer Abnahme der Lichtmenge läßt vermuten, daß bei niederen Lichtintensitäten weniger die Lichtmenge als die Lichtintensität maßgebend für die Stärke der Reaktion ist, denn die letztere wurde um 75, die erstere nur um 25% vermindert. (Intensitäten: 64:16; Lichtmengen: 3840:2880.) Eine Belichtung mit 5 M.-K. und von 3 Minuten Dauer (900 M.-K.-S.) hatte noch weniger sicheren Erfolg. Die nach diesen Beobachtungen konstruierten Wachstumskurven zeigen zwar nach der Lichtwirkung einen etwas weniger gleichmäßigen Verlauf als vorher, irgendeine Übereinstimmung ihrer Maxima und Minima untereinander oder mit denen der anderen Kurven ist aber nicht vorhanden. Sehr geringe Lichtmengen von nur 25 M.-K.-S. (5 M.-K. und 5 Sekunden Dauer) lassen endlich irgendeine Beeinflussung des Wachstumsverlaufs überhaupt nicht mehr erkennen, so daß weitere Versuche mit solchen und noch geringeren Lichtmengen, durch die bekanntlich phototropische Krümmungen schon induziert werden, nicht ausgeführt wurden. (Für alle Angaben vgl. Tabelle 8.)

c) Wirkung von Intensitäten über 100 M.-K.

Während eine untere Grenze für die Reizwirkung des Lichts bei etwa 16 M.-K. und 3 Minuten Belichtungszeit leicht gefunden werden konnte, war die Untersuchung sehr hoher Intensitäten mit manchen experimentellen Schwierigkeiten verknüpft, von denen die Wärmestrahlung der Lichtquellen die unangenehmste war. Für Lichtstärken bis 1000 M.-K. genügte die hundertkerzige Wotan-Metallfadenbirne, die in entsprechend geringeren Abstand vom Keimling gebracht wurde. Zur Erzielung höherer Intensitäten diente eine Nernstlampe, deren Licht bei Wechselstrom von 3 Amp. und 110 Volt zu 170 N.-K. bestimmt wurde. Ferner stand mir eine Leitzsche Liliput-Bogenlampe zur Verfügung, die eine Lichtintensität von etwa 700 N.-K. besitzt. Um sehr hohe Intensitäten zu erhalten, mußte das Licht dieser Lampen durch Linsen konzentriert

werden. In solchen Fällen wurde eine Spiegelglasküvette mit kaltem, öfters erneuertem Wasser in den Lichtkegel eingeschaltet, denn es ist bekannt, daß eine etwa 5 cm hohe Wasserschicht den größten Teil der Wärmestrahlen absorbiert. Die Erwärmung des ganzen Versuchsraumes durch die stark heizenden Lampen wurde stets dadurch leicht vermieden, daß während der Belichtung die Türen nach dem verdunkelten Vorraum, dessen Temperatur 8 bis 15° tiefer war, mehr oder weniger weit geöffnet wurden. Zur Bestimmung der verschiedenen Lichtintensitäten verwendete ich ein Wynne-Aktinometer (photographischer Expositionsmesser) mit Bromsilberpapier, dessen Empfindlichkeit an der hundertkerzigen Wotanlampe vor jeder Bestimmung neu gemessen wurde.

Aus den Versuchen geht hervor, daß bei 500, 1000 und 1500 M.-K. Lichtstärke und 3 oder 15 Minuten Belichtungszeit die Veränderungen im Wachstumsverlauf im wesentlichen dem entsprechen, was bei 100 M.-K. und 15 Minuten beobachtet wurde (vgl. Fig. 1 und die Versuche 18 bis 22 in Tabelle 9 auf S. 216 u. 217). Die Lage des Minimums (Zahlen *kursiv*) ist in diesen fünf Versuchen von bester Übereinstimmung; es tritt auch hier, wie in den früheren Versuchen mit geringerer Intensität, die stärkste Verzögerung des Wachstums 21 bis 24 Minuten nach Beginn der Belichtung, ein, gleichgültig ob es sich um Lichtwirkungen von 3 oder 15 Minuten Dauer handelt. Dagegen variiert die Lage des Maximums (Zahlen **fett**) in diesen Versuchen wie in den früheren in ziemlich weiten Grenzen; seine Ausdehnung ist aber, wie auch die des Minimums, fast durchweg eine bedeutendere als in den Versuchen mit mittleren Intensitäten (100 M.-K.), so daß die Kurven sich anfangs rascher und tiefer senken und darauf sehr steil und hoch ansteigen, also einen viel schrofferen Verlauf zeigen, als es bisher der Fall war.

Während diese Versuche nur eine Verstärkung der Reizreaktion mit zunehmender Lichtintensität erkennen lassen, treten bei noch höheren Intensitäten ganz neue Erscheinungen auf. In Fig. 3 (s. S. 216, vgl. auch Tabelle 9, 26) ist ein Versuch mit viertelstündiger Einwirkung von 48000 M.-K. (43200000 M.-K.-S.) graphisch wiedergegeben.

Wir bemerken hier gleich zu Beginn der Beleuchtung eine

Tabelle 9.

Nummer	Licht-intensität	Be-lichtungs-dauer	Zuwachsgrößen in Mikren für je 3 Minuten (↓ Beginn der Beleuchtung ↑ Verdunklung)
18	500 M.-K.	15 Min.	39 39 39 36 39 42 42 45 ↓ 42 45 48 42 33 ↑
19	1 000 „	3 „	90 88 84 90 92 94 90 90 ↓ 90 ↑ 82 78 78 72
20	1 000 „	15 „	57 57 57 54 57 57 54 ↓ 63 57 57 57 57 ↑
21	1 500 „	15 „	72 69 69 69 69 66 66 66 66 69 66 69 ↓ 66 69 69 72 69 ↑
22	1 500 „	15 „	48 44 44 44 40 40 40 40 40 40 40 44 ↓ 60 56 52 56 52 ↑
23			
24	12 000 „	15 „	66 69 69 72 69 66 69 72 75 66 ↓ **120** 81 60 33 *15* ↑
25	48 000 „	1 „	39 42 42 39 42 42 45 ↑↓ **78** *30* *18* 45 57
26	48 000 „	15 „	75 72 75 75 75 72 72 72 75 ↓ **140** 102 36 33 24 ↑
27	400 000 „	15 „	57 60 57 57 57 57 57 63 ↓ **101** 51 21 15 *9* ↑
28	400 000 „	15 „	39 39 42 48 48 45 42 42 42 ↓ **78** 6 *0* *3* 12 ↑

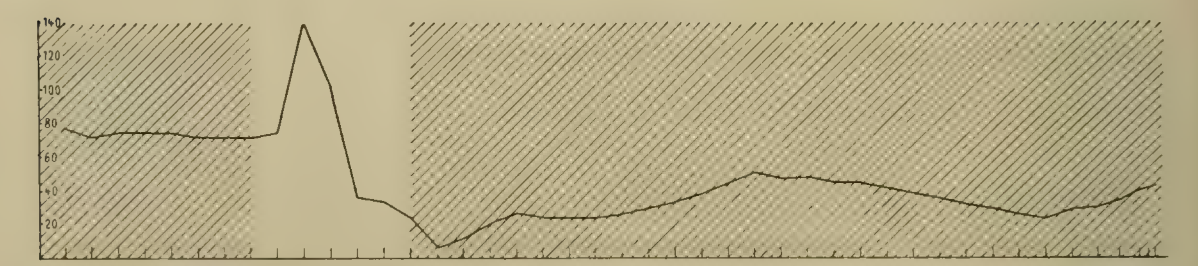


Fig. 3. Wirkung einer viertelstündigen Belichtung mit 48 000 M.-K. auf den Wachstumsverlauf einer Koleoptile. (Die Schraffierung am Anfang sollte noch 3 Minuten weiter geführt sein!) (Tabelle 9, Vers. 26.)

intensive aber rasch vorübergehende Wachstumssteigerung. Darauf sinkt die Wachstumsgeschwindigkeit noch während der Lichtwirkung auf sehr geringe Werte; das eigentliche Minimum

Tabelle 9 (Fortsetzung).

Zuwachs in Mikren für je 3 Minuten																								
27	*18*	*15*	*18*	21	30	36	45	54	63	72	**78**	**87**	**81**	72	60	51	45	42	36					
52	*36*	*34*	46	80	**106**	**90**	90	90	78	78	74	84	74	78	76	82	80	80	84	88	90	94	82	80
																		68	66	70	68	72	74	72
48	*42*	*33*	*39*	48	63	84	**93**	**102**	**93**	78	66	63	60	57	54	54	57	54	54	54				
60	*45*	*42*	*36*	75	**135**	**147**	**126**	117	99	93	102	102	114	108	90	87	96	96	81	75	69	72	84	90
												75	78	78	66	75	69	69	75	84	90	81	75	78
40	*28*	*32*	40	64	76	**92**	**108**	**96**	88	80	68	80	80	76	68	80	76	64	64	60	56	44	48	44
											42	42	48	52	48	48	44	52	56	56	60	64	52	56
6	*15*	24	18	27	45	81	**99**	**93**	81	75	69	66	66	69	72	66	57	51	45	36	48	51	51	51
												45	36	36	33	30	30	27	24	27	30	33	39	39
54	48	42	30	24	33	39	48	57	**69**	**69**	**72**	66	68	52	44	36	36	39	40	42	45			
6	*12*	21	27	24	24	24	27	30	33	39	45	**51**	**48**	**48**	45	45	42	39	36	32	30	27	24	30
																				30	32	36	42	45
3	15	24	30	42	33	27	33	45	**57**	**60**	**54**	39	48	36	36	33	36	39	27	24	21	18	12	15
																18	12	15	12	12	12	12	12	12
0	*3*	*3*	*3*	6	6	4,5	*3*	*1,5*	12	15	18	15	18	18	**22**	**20**	18	21	19	14	16	15	8	12
																							10	12

tritt aber erst kurz nach Aufhören der Belichtung ein. Nun beginnt ein recht langsames Ansteigen der Zuwachskurve, das zu einem späten Maximum führt, dessen Höhe aber längst nicht mehr die vor der Belichtung festgestellte Kurvenhöhe erreicht. Aus der zusammenfassenden Tabelle 9 (Versuch 24 bis 28) ist zu ersehen, daß mit weiter steigender Lichtintensität das Minimum immer früher eintritt, und daß die Wachstumshemmung eine stärkere ist und längere Zeit anhält. Von einem eigentlichen Maximum kann dagegen nur noch in einzelnen Fällen die Rede sein (Versuch 24 und 25 in Tabelle 9); meist bleibt die Kurve dauernd unter der vor der Wirkung des Lichts eingehaltenen Höhe. Neu war bei diesen Untersuchungen über die Wirkung sehr hoher Lichtintensitäten, also vor allem das Auftreten eines

primären Maximums gleich zu Beginn der Lichtwirkung. Ein solches plötzliches Emporschnellen der Wachstumskurve in den ersten Minuten der Beleuchtung, wie es in Fig. 3 dargestellt ist, wurde, wie aus Tabelle 9 hervorgeht, in allen Versuchen mit 12000 bis 400000 M.-K. gefunden.

Ob es sich hier um eine besondere Wirkung des Lichts handelt oder ob die unvermeidliche Erwärmung des Keimlings dabei eine Rolle spielt, konnte nicht entschieden werden.

Der Umstand, daß diese Wachstumssteigerung so plötzlich einsetzt und ebenso rasch wieder zurückgeht, könnte dafür sprechen, daß es sich hier gar nicht um wirkliche Wachstumsvorgänge handelt, sondern daß vielleicht eine rein physikalische Ausdehnung der hohlen und teilweise mit Luft und Wasserdampf erfüllten Koleoptile die Ursache dieser Erscheinung ist. Damit würde übereinstimmen, daß in drei Fällen während des Rückganges der plötzlichen Wachstumssteigerung bei dauernder Beobachtung im Mikroskop eine leichte Kontraktion der Koleoptile wahrzunehmen war, die etwa $^1/_{10}$ bis $^1/_5$ Teilstrich (4 bis 6 μ) betrug und ungefähr eine Minute lang anhielt. Da hierauf sofort wieder das Wachstum begann und da nur alle drei Minuten abgelesen wurde, so tritt in den Tabellen diese Beobachtung nicht als negative Zuwachsgröße auf. Weiter wurde die Erscheinung nicht verfolgt (vgl. auch S. 232 bis 236).

d) Anhang: Einfluß einer Vorbelichtung auf die durch plötzliche Belichtung hervorgerufene Reaktion.

In allen bisher geschilderten Versuchen wurde eine plötzliche Belichtung von Keimlingen vorgenommen, die sich seit mehreren Stunden nur unter der Wirkung des sehr schwachen roten Lichts der Beobachtungslampe befanden und die im übrigen in vollkommener Dunkelheit aufgewachsen waren. Es war nun von Interesse zu wissen, inwiefern die allgemein festgestellte Reaktion auf Lichtreize durch eine längere Vorbelichtung beeinflußt wird, ob hierdurch nur die Stärke der Reaktion eine Verminderung erleidet, oder ob sich ganz neue Erscheinungen geltend machen.

Die Vorbelichtung wurde mit Intensitäten von 5 und 25 M.-K.

ausgeführt, und die zum Versuch ausgewählten Keimlinge kamen meist 12 bis 15 Stunden vor Beginn der Beobachtung unter die Wirkung dieses Lichts, das wie üblich senkrecht von oben her auf die Pflanzen einwirkte. In einigen Fällen betrug die Dauer der Vorbelichtung nur 6 bis 8 Stunden, doch zeigte die der eigentlichen Belichtung ja stets vorausgehende Beobachtung des Wachstumsverlaufs, daß auch nach dieser Zeit die durch den Beginn der Vorbelichtung hervorgerufene Reizreaktion schon überschritten und der Gang des Wachstums wieder

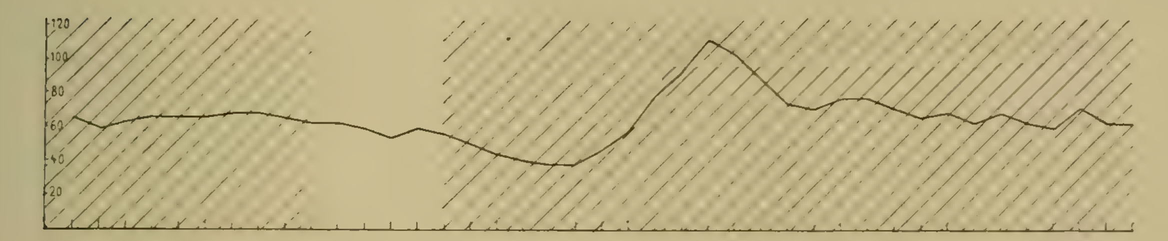


Fig. 4. Wirkung einer 15 Minuten dauernden Belichtung mit 500 M.-K. Intensität auf den Wachstumsverlauf einer seit 15 Stunden mit 5 M.-K. vorbelichteten Avenakoleoptile. Vor- und Nachbelichtung schraffiert. (Tabelle 10, Vers. 31.)

gleichmäßig geworden war, ebenso gleichmäßig, wie es in den früheren Versuchen im Dunkeln vor Beginn der Belichtung der Fall war.

Tabelle 10 (s. S. 220 u. 221) gibt die Resultate dieser Versuche wieder, und in Fig. 4 ist eine der Beobachtungsreihen (Versuch 31 der Tabelle 10) graphisch dargestellt. Vergleichen wir diese Zahlenreihen und die Fig. 4 mit den Resultaten der weiter oben geschilderten Versuche über die Wirkung mittlerer Intensitäten (Abschnitt II 1a, S. 208ff.), so bemerken wir gar keinen Unterschied.

Die auf die Belichtung folgende anfängliche Hemmung ist genau ebenso stark wie früher, und ihre Lage und Ausdehnung zeigt in sämtlichen Versuchen die beste Übereinstimmung (24 bis 27 Minuten nach Beginn der Lichtwirkung ist der tiefste Punkt der Kurve erreicht). Auch die hierauf einsetzende Wachstumssteigerung ist meist die gleiche wie in den Versuchen ohne Vorbelichtung. Ob das auffallend niedere Maximum in Versuch 35 der Tabelle 10 eine Folge der Vorbelichtung ist, oder

Tabelle 10.

Nummer	Intensität der Vorbelichtung	Intensität der Belichtung	Dauer der Belichtung	Wachstum während der Vorbelichtung	Wachstum während der Belichtung
29	5 M.-K.	100 M.-K.	15 Min.	80 92 92 84 84 84 88 96 92	84 80 76 80 80
30	5 „	100 „	15 „	84 81 84 90 90 87 84 87 87 90 87	81 81 84 87 90
31	5 „	500 „	15 „	66 60 63 66 66 66 69 69 66 63	63 60 54 60 57
32	5 „	500 „	15 „	48 40 48 44 44 48 48 52 60 56	60 52 56 48 44
33	5 „	500 „	15 „	72 69 72 66 63 60 57 60 66 63 60	60 60 66 60 57
34	5 „	500 „	15 „	64 64 60 60 56 52 52 52 52 48	52 48 36 36 32
35	5 „	500 „	15 „	51 54 51 54 60 57 60 57 54 57 54	54 54 51 48 42
36	25 „	100 „	15 „	69 72 69 72 75 72 72 69	75 75 75 72 66
37	25 „	100 „	15 „	60 60 60 60 60 56 56 52	56 52 52 54 46

ob es sich hier nur um eine individuelle Eigentümlichkeit handelt, mag dahingestellt bleiben. Die Resultate aller übrigen Versuche berechtigen zu der Annahme, daß das letztere der Fall ist.

Wir können demnach aus dem eben Ausgeführten den Schluß ziehen, daß eine längere Vorbelichtung mit geringen Intensitäten von keinem merklichen Einfluß auf die Stärke der durch Lichtwechsel bewirkten Reizreaktion ist.

Es mag hier noch kurz erwähnt werden, daß auch einige Beobachtungen über den Einfluß plötzlicher Belichtung auf den Wachstumsverlauf von Wurzeln angestellt worden sind, und zwar in ganz ähnlicher Weise, wie es für die Versuche mit Avenakoleoptilen beschrieben wurde. Als Versuchspflanze diente Lupinus albus, deren Wurzeln sich bekanntlich durch besonders gerades Wachstum auszeichnen, was für mikroskopische Beobachtung die erste Vorbedingung ist. In Sägemehl aufgezogene Keimwurzeln von 3 bis 4 cm Länge wurden sorgfältig von der schleimigen Hülle abgestoßener Wurzelhaubenzellen

Tabelle 10 (Fortsetzung).

Wachstum bei der Nachbelichtung																										
68	*64*	*60*	68	80	100	**108**	**112**	**104**	100	100	108	96	84	72	80	96	76	80	80	76	68	76	72	80	76	76
75	*63*	*57*	*63*	90	**114**	**123**	**111**	102	99	84	90	75	63	51	69	72	69	72	72	69	72	72	84	81	75	78
51	45	*42*	*39*	*39*	48	60	81	**93**	**114**	**105**	90	75	72	78	78	72	66	69	63	69	63	60	72	63	63	
40	36	*32*	*24*	*32*	56	72	**80**	**84**	**88**	**80**	72	64	52	56	52	52	44	60	56	60	52	48	56	52	48	56
54	45	*36*	*30*	*36*	51	78	93	**117**	**111**	**90**	**102**	**120**	105	90	75	78	90	78	75	66	57	54	60	69	66	72
32	24	*20*	*26*	*18*	32	40	68	**76**	**84**	**76**	68	64	58	66	48	52	44	48	36	36	32	36	36	28	32	
36	36	*33*	*27*	*33*	45	48	**64**	**72**	**68**	51	48	42	48	48	39	42	42	36	36	36	36	30	33	36		
60	*57*	*54*	*51*	75	90	**105**	**99**	**105**	102	96	87	87	75	72	66	69	75	75	78	78	75					
44	*40*	*40*	*40*	52	60	60	**68**	**82**	**76**	60	56	48	48	48	48	54	58	58	62	58	56					

befreit und in einer parallelwandigen Spiegelglasküvette so befestigt, daß die Wurzel bis zu den Kotyledonen in Wasser tauchte. Nachdem[1] der Gang des Wachstums im Dunkeln für die Dauer von etwa einer halben Stunde beobachtet worden war, ließ ich von mehreren Seiten zugleich Licht von zusammen 800 bis 1000 M.-K. Intensität eine halbe Stunde lang einwirken. Es wurde dabei streng darauf geachtet, daß sich die Temperatur des Wassers nicht erhöhte: durch Öffnen der Zimmertür konnte das leicht erreicht werden. Trotzdem nahm in allen vier Versuchen die Wachstumsintensität schon während und besonders nach der Beleuchtung merklich zu; z. B. von im Mittel 63 μ auf 78 μ pro 5 Minuten, von 76 auf 84, von 45 auf 63 und von 30 auf 55 μ. Irgendeine bestimmte Reaktion auf den Lichtwechsel wurde hier nicht beobachtet. Da zudem der Wachstumsverlauf der Wurzeln ein recht unregelmäßiger ist und die mikroskopische Ablesung in kurzen Intervallen, weil man das Vorrücken einzelner markanter Wurzelhaubenzellen verfolgen muß, wenig verläßliche Werte liefert, so wurden keine weiteren Versuche über den Einfluß des Lichts auf das Wurzelwachstum ausgeführt.

[1]) Nach mehrstündigem Verweilen auf dem Beobachtungstisch.

B. Längere Lichtwirkungen.

Es wurde schon früher (S. 212) hervorgehoben, daß der Versuch über die Wirkung einstündiger Belichtung mit 100 M.-K. auf den Wachstumsverlauf der Koleoptile deshalb von ganz besonderem Interesse ist, weil sich hier die ganze Reizreaktion, anfängliche Hemmung und darauffolgende Steigerung des Wachstums, schon während der Belichtung in ihrer typischen Form abspielt (vgl. Versuch 17 in Tabelle 8). Wir führten diese Tatsache als überzeugenden Beweis dafür an, daß die charakteristischen Veränderungen im Wachstumsverlauf allein durch die Reizwirkung des plötzlichen Lichteinfalls bedingt werden, daß es sich hier nicht um kombinierte Wirkungen von Licht und Dunkelheit oder gar nur um eine Wirkung der neu eintretenden Verdunkelung handelt, wie man aus den Versuchen mit kurzen Belichtungszeiten wohl schließen könnte.

Ausgehend von diesem Versuch mit einstündiger Belichtung wurden nun weitere Beobachtungen angestellt, welche den Zweck hatten, den Einfluß längerer Beleuchtung mit verschiedener Intensität auf die durch den Lichtbeginn hervorgerufene Wachstumsreaktion genauer zu untersuchen. In Tabelle 11

Tabelle 11.

Nummer	Licht-intensität	Wachstum vor der Belichtung	Wachstum während der Belichtung
38	16 M.-K.	42 44 44 42 42 42	42 42 42 40 38 36 36 34 *26 26* 30 50
39	16 „	60 60 60 60 60	60 60 58 58 56 50 48 *44 40 44* 58 **80**
40	100 „	64 66 66 68 68 68	68 70 74 70 64 60 46 *44 42* 48 56 **74**
41	100 „	78 80 78 78 80 80	84 82 78 68 68 60 44 *40 38 42* 50 52
42	500 „	48 45 48 48 45 45 48 48 48 51	48 45 45 42 39 39 36 30 *24 27* 30 42
43	500 „	36 40 40 36 36 36 36 36 40 40	48 40 36 32 36 32 28 24 *20 20* 24 *20*
44	1000 „	54 51 51 51 54 57 57 54 51	54 48 45 51 57 48 36 30 *24 24* 33 42

sind die Resultate dieser Versuche 38 bis 44 zusammengestellt und Fig. 5 gibt eine der Beobachtungsreihen in Kurvenform wieder. (Vgl. Versuch 41 in Tabelle 11.)

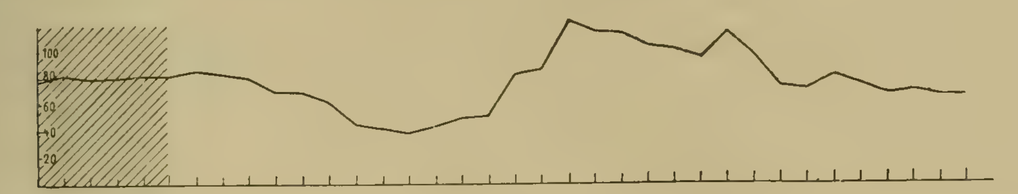


Fig. 5. Einfluß längerer Belichtung mit 100 M.-K. Intensität auf den Wachstumsverlauf einer Koleoptile. (Tabelle 11, Vers. 41.)

Aus beiden ist zu ersehen, daß trotz dauernder Lichtwirkung selbst bei einer Intensität von 1000 M.-K. die Reaktion in voller Stärke auftritt. Bemerkenswert ist auch hier die vollkommene Übereinstimmung in der Lage des Minimums (27 Minuten nach Beginn der Beleuchtung) bei den ganz verschiedenen Intensitäten von 16 bis 1000 M.-K. Das Ansteigen zum Maximum erfolgt nun aber nicht so rasch und glatt wie in den Versuchen mit kurzen Belichtungszeiten, sondern die Kurve zeigt vom Minimum ab in den meisten Fällen einen recht

Tabelle 11 (Fortsetzung).

Wachstum während der Belichtung
56 58 **62** 52 50 50 50 46 44 46 44 46 46 46 46 40 38 38 42 46
82 **74** **78** **84** **78** **74** **80** 66 62 72 60 60 56 66 62 62 62 66 68 62 60 58 66 72 72 **78** **78** 76 70 70 (70 Min. Pause) 70 70 76 70 (12,5 Std. Pause) 68 74 88
78 68 66 74 **94** **86** **92** **88** 76 74 66 76 78 **86** 70 74 68 74 78 74
80 84 **120** **114** **114** **104** **102** **96** **112** **98** 74 72 80 76 68 70 66 66
51 **57** **54** 48 42 39 42 45 42 45 (3 Std. Pause) 51 48 54 54 54 **57** 54 54 48 48 51 54 51 (2$^1/_2$ Std. Pause) 69 72 75 **78** **78** 66 69 75 69 75 69 57 66 75
24 32 32 36 32 **36** **40** 32 32 36 (3 Std. Pause) 36 39 36 36 36 39 36 39 **45** **42** **45** 39 33 (2$^1/_2$ Std. Pause) 51 54 51 48 48 54 **57** **57** 51 48 54 54
51 54 60 66 **78** **81** **69** **72** 60 51 48 *45* 48 54 48 **60** 54 51 36 33 *30* *24* 36 33 45 51 51 **51** **60** **54**

zackigen Verlauf (Versuche 39, 40, 41 und 43). Auffallend groß ist dann gewöhnlich sowohl die Höhe wie die Ausdehnung des Maximums, und das nun eintretende Sinken der Kurve ist nicht schnell und gleichmäßig wie früher, sondern verhältnismäßig langsam und stets von neuen Erhebungen unterbrochen, die an Höhe dem Maximum fast gleichkommen (Versuche 39, 40, 41, 42, 43). Die bedeutende zeitliche Ausdehnung des Maximums tritt besonders stark in den Versuchen 39, 40 und 41 der Tabelle 11 und in Fig. 5 hervor.

Trotz dieser Verschiedenheiten im einzelnen ist die Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen dieser Versuche mit längerer Belichtung und den früheren mit kurzen Belichtungszeiten eine so große, daß wir daraus mit Sicherheit den Schluß ziehen können, *die ganze Wachstumsreaktion in ihrer typischen Aufeinanderfolge von Wachstumshemmung und Wachstumssteigerung ist einzig und allein eine Folge der plötzlichen Erhellung.* Die bei den früheren Versuchen nach der Belichtung eintretende Wiederverdunkelung hat auf die Reaktion nur insofern einigen Einfluß, als sie ein rascheres Sinken der Wachstumskurve nach Überschreiten des Maximums bewirkt; an dem wesentlichen Verlauf der Reaktion vermag sie jedoch nichts zu ändern.

Sehr auffallend war bei diesen Versuchen über den Einfluß längerer Belichtung endlich, daß selbst bei stundenlanger Einwirkung des Lichts, vor allem der höheren Intensitäten von 100 und 500 M.-K., meist noch keine Abnahme der Wachstumsgeschwindigkeit bemerkt werden konnte (Versuche 39, 40, 42 und 43), während dies nach den bisherigen Erfahrungen über die Wirkungen des Lichts auf das Längenwachstum doch unbedingt zu erwarten war (vgl. *Pfeffer*, Physiol. II, S. 108: »Innerhalb der zulässigen Lichtgrenzen wird, soweit bekannt, in der phototonischen Pflanze durch Verminderung der Beleuchtung eine gewisse Beschleunigung, durch Zunahme der Helligkeit eine gewisse Verlangsamung der Zuwachsbewegung bewirkt.«). Vielmehr verharrten die Zuwachsgrößen *während* der Belichtung noch für längere Zeit auf einem *höheren* Werte, als sie ihn *vor* der Belichtung durchschnittlich besessen hatten; das Licht bewirkte also eine deutliche, je nach der

Intensität mehr oder minder anhaltende Förderung des Wachstums.

Zur weiteren Verfolgung dieser Erscheinung, besonders zur Feststellung der Dauer der fördernden Wirkung des Lichts, mußte eine andere Versuchsmethode gewählt werden, da die zeitraubende genaue Beobachtung des Wachstumsverlaufs in kurzen Intervallen hierzu überflüssig war. Auf diese Versuche und ihre Ergebnisse wird erst in Abschnitt III, S. 241 ff. näher einzugehen sein.

2. Einfluß plötzlicher Verdunkelung.

A. Dauernde Verdunkelung.

Aus den Ergebnissen der soeben geschilderten Versuche über die Wirkung längerer Belichtung auf den Wachstumsverlauf der Koleoptile ging klar hervor, daß die nach kurzen Beleuchtungen eintretende Wiederverdunkelung von keinem wesentlichen Einfluß auf den Verlauf der Reaktion ist, daß diese vielmehr allein eine Folge der plötzlichen Erhellung darstellt. In allen Versuchen über den Erfolg kurzer Belichtungen war die Dauer der Lichtwirkung stets eine so geringe (1 bis 15 Minuten; nur in einem Falle 60 Minuten), daß die Pflanze sich unmöglich an den Einfluß des Lichts bereits angepaßt haben konnte, als die Wiederverdunkelung begann. Es war deshalb nicht ausgeschlossen, daß bei Keimlingen, die sich genügend lange Zeit unter der Wirkung einer bestimmten Lichtintensität befanden, und deren Wachstumsverlauf nach Überschreiten der durch den Beginn der Belichtung hervorgerufenen Schwankungen wieder gleichmäßig geworden war, daß bei solchen Keimlingen auch eine plötzliche Verdunkelung bestimmte Veränderungen im Gang des Wachstums bewirken würde, die der auf plötzliche Erhellung eintretenden Reaktion an die Seite zu stellen wären. Zur Beantwortung dieser Frage wurden einige Beobachtungen angestellt, deren Resultate in Tabelle 12 enthalten sind. Die zum Versuch ausgewählten Keimlinge kamen 7 bis 9 Stunden vor Beginn der Ablesungen unter den Einfluß vertikaler Beleuchtung mit 100 M.-K. Intensität. Nach dieser Zeit war das Wachstum

Tabelle 12.

Nummer	Licht-intensität	Wachstum vor der Verdunklung	während der Verdunklung
45	100 M.-K.	68 68 68 68 64 60 60 64 64 64 64	64 60 60 64 60 60 56
46	100 „	72 76 76 76 76 80 84 76 72 76 72 72 68 68 68	72 68 60 68 68 72 72
47	100 „	60 60 60 63 66 69 66 63 60 57 51 54 57 63 63	60 51 54 54 54 57 54
48	100 „	57 57 60 63 63 63 60 57 57 57 57	60 63 66 63 54 63 69

meist genau ebenso regelmäßig geworden, wie vorher im Dunkeln; das zeigen die Zahlen der Tabelle 12, die den Verlauf des Wachstums vor der nun plötzlich herbeigeführten Verdunkelung wiedergeben.

Die Folgen dieser plötzlichen Verdunkelung auf die Zuwachs-

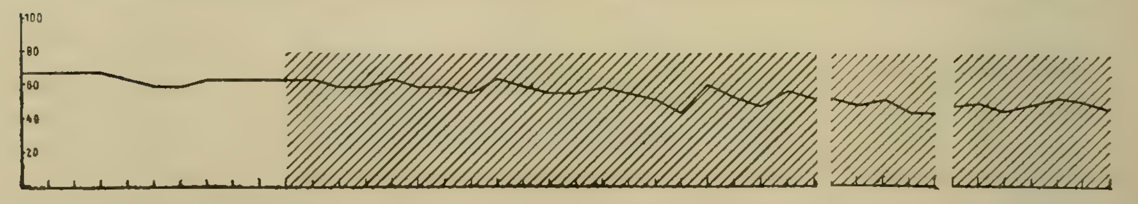


Fig. 6. Wirkung plötzlicher, dauernder Verdunkelung auf den Wachstumsverlauf einer 15 mm langen Koleoptile, die sich seit 7 Stunden unter dem Einfluß einer Lichtintensität von 100 M.-K. befand. (Tabelle 12, Versuch 45.)

bewegung veranschaulicht die Fig. 6, in der einer der Versuche graphisch dargestellt ist. Von einer auffallenden Reaktion bemerken wir hier sowie in den anderen Beobachtungsreihen (vgl. Tabelle 12) nichts. Wohl ist die Kurve nach Aufhören der Belichtung etwas zackiger, doch fehlt vor allem die zeitliche Übereinstimmung irgendeines charakteristischen Kurvenpunktes, wie wir sie in besonders schöner Weise für die Lage des Minimums nach plötzlicher Beleuchtung feststellen konnten. Der momentane Übergang von Licht zu Dunkelheit bewirkt

Tabelle 12 (Fortsetzung).

Wachstum während der Verdunklung
64 60 56 56 60 56 52 44 60 52 48 56 52; Mittelwert der nächsten 30 Min. = 52; dann 52 48 52 44 44; Mittel der nächsten 30 Min. = 46; weiter 48 50 46 50 54 52 48
72 68 60 68 64 60 56 60 64 60 60 60 52 60 56 60; Mittelwert der nächsten 40 Min. = 52; dann 52 44 48 52 52 52
54 63 66 60 57 51 42 48 51 51 51 51 48 45 42 45; Mittelwert der nächsten 40 Min. = 39; dann 30 30 33 30 30 30
81 72 69 63 57 57 60 60 54 45 51 51 52; Mittelwert der nächsten 30 Min. = 51; dann 54 57 60 51 51; Mittel der nächsten 30 Min. = 54; weiter 60 60 60 57 51 57 57

also keine Veränderungen im Gang des Wachstums, weder nach kurzen noch nach längeren Belichtungen.

Dagegen fällt in allen Versuchen eine erhebliche Abnahme der Wachstumsintensität nach Beginn der Verdunkelung auf. Daß diese Abnahme zum Teil wenigstens von der langen Einwirkung der ziemlich hohen Lichtintensität (100 M.-K.) herrührt, erscheint außer Zweifel, zumal die Zuwachskurven schon vor Eintritt der Dunkelheit ein stetiges, allerdings recht geringes Sinken zeigen. Nach Aufhören der Belichtung beginnt nun aber nicht eine erneute Zunahme der Wachstumsgeschwindigkeit, wie man sie nach der bisherigen Auffassung von den Wirkungen des Lichts und der Dunkelheit auf das Wachstum erwarten sollte, sondern die Zuwachskurve fällt im Gegenteil jetzt stärker als vorher im Licht, und selbst $2^1/_2$ Stunden nach Beginn der Verdunkelung ist von einem Wiederansteigen der Zuwachsgrößen noch nichts zu bemerken (vgl. Tabelle 12), obwohl sich die Keimlinge, es ist wichtig das hervorzuheben, im aufsteigenden Ast der großen Wachstumsperiode befinden.

Es wäre ein großes Beobachtungsmaterial nötig, um daraus eine ins einzelne gehende Erklärung für diese Erscheinung zu geben; um vor allem zu entscheiden, ob die gefundene Verminderung der Wachstumsintensität während der Verdunkelung nur eine Nachwirkung des Lichts dar-

stellt, oder ob die Verdunkelung an sich eine derartige Wirkung hervorzubringen vermag.

B. Vorübergehende Verdunkelung.

Während bisher nur die Folgen eines einmaligen plötzlichen Übergangs von Licht zu Dunkelheit in Betracht kamen, wurde in einigen weiteren Versuchen auch der Einfluß vorübergehender Verdunkelung auf den Wachstumsverlauf untersucht. Die Koleoptilen standen, wie oben schon beschrieben, seit etwa 8 Stunden unter der Wirkung einer Lichtintensität von 100

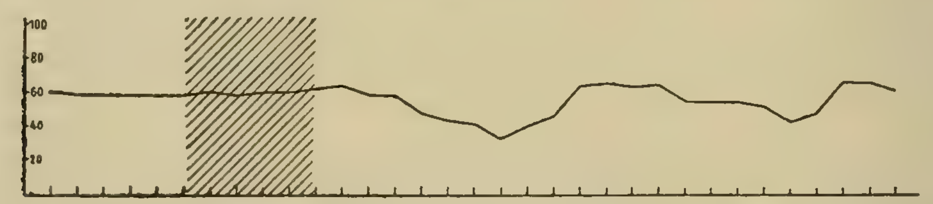


Fig. 7. Einfluß viertelstündiger Verdunkelung auf den Wachstumsverlauf einer 20 mm langen Avenakoleoptile, die sich seit 8 Stunden unter vertikaler Belichtung mit 100 M.-K. Intensität befand. (Tabelle 13, Vers. 49.)

oder 200 M.-K.; dann begann die Beobachtung, während der die Lichtwirkung auf die Dauer von 15 Minuten unterbrochen wurde. Den Einfluß dieser Unterbrechung auf den Gang des bis dahin recht gleichmäßigen Wachstums erläutert Fig. 7; ferner sind in Tabelle 13 die Ablesungen der hierüber ausgeführten Versuche zusammengestellt.

Wir bemerken, daß während der Verdunkelung und noch etwa 9 bis 12 Minuten nach Beginn der Wiederbelichtung die Zuwachsgrößen keine Änderung erfahren. Erst dann beginnt ein ziemlich starkes Sinken der Wachstumskurve, das zu einem

Tabelle 13.

Nummer	Licht-intensität	Wachstum vor der Verdunklung	Wachstum während der Verdunklung
49	100 M.-K.	62 60 60 60 60 60	62 60 62 62 64
50	100 „	60 58 58 56 56 54 58	58 58 60 72 66
51	100 „	44 46 44 46 48	50 50 50 52 52
52	200 „	54 57 51 54 57 60 57 54 48 48 45 48 48 51 54	54 51 48 48 51

Minimum führt, dessen Lage, 21 Minuten nach Aufhören der Verdunkelung, in allen vier Versuchen aufs beste übereinstimmt. Dies Auftreten eines ausgeprägten Minimums, das wir bei dauernder Verdunkelung nicht fanden, und besonders seine fixe Lage bei der siebenten Beobachtung nach Wiederbeginn der Belichtung, sprechen beide dafür, daß wir hier es gar nicht mit irgendwelchen Folgen der kurzen Verdunkelung, sondern mit der Wirkung der erneuten plötzlichen Erhellung zu tun haben. Wir sahen früher, daß die Reaktion auf plötzlichen Lichtreiz im wesentlichen aus einer anfänglichen Wachstumshemmung mit gut übereinstimmendem Minimum bei etwa 21 bis 27 Minuten und darauffolgender Wachstumssteigerung besteht. Ausdehnung und Lage des Minimums sind hier die gleichen wie früher, wenn wir vom Zeitpunkt des Aufhörens der Verdunkelung ausgehen. Die nun folgende Zunahme der Wachstumsgeschwindigkeit führt aber bei den Versuchen mit vorübergehender Verdunkelung nicht zu einem so auffallend starken Maximum wie bei den Versuchen über die Wirkung plötzlicher Belichtung, sondern die Zuwachskurve erhebt sich nur selten und auch dann nur um wenige μ über die vor der Verdunkelung innegehaltene Höhe, worauf ein erneutes Sinken und Wiederansteigen erfolgt. Es ist denkbar, daß das Ausbleiben des eigentlichen Maximums seinen Grund in der langen Vorbelichtung hat, durch welche wahrscheinlich die Empfindlichkeit der Koleoptile gegen Lichtreize vermindert worden ist. Warum hiervon jedoch nur das Maximum, nicht auch das Minimum betroffen wird, das ist aus den wenigen Beobachtungen nicht zu ersehen. Bei weiteren Untersuchungen über die Folgen

Tabelle 13 (Fortsetzung).

Wachstum nach der Verdunklung wieder unter der Wirkung des Lichts																							
66	60	60	48	44	42	*33*	42	48	64	**68**	64	66	55	55	55	52	42	48	66	66	62		
56	60	56	52	42	*38*	*38*	44	46	48	58	60	60	48	50	50	50	54	72	64	50	46		
52	54	48	42	40	*38*	*32*	*34*	52	58	**64**	60	60											
57	54	48	42	36	*33*	*30*	*33*	36	42	51	48	54	54	54	54	54	51	48	48	42	42	42	48

einer Unterbrechung der Lichtwirkung wird vor allem die Dauer dieser Unterbrechung weitgehend zu variieren sein. Ferner ist zu erwarten, daß bei Anwendung höherer Intensitäten die auf den neuen Lichtreiz hin eintretenden Schwankungen im Wachstumsverlauf stärker sind, als bei einer Lichtstärke von 100 M.-K. Allerdings wird man hierbei sehr zu beachten haben, daß intensive Belichtung von längerer Wirkungsdauer die Wachstumsgeschwindigkeit stark vermindert, und, wie eben erwähnt, wohl auch die Reaktionsfähigkeit der Koleoptile auf ein geringes Maß herabdrückt.

Die nähere Verfolgung der sich hier anknüpfenden Fragen lag nicht in meiner Absicht. Es sollte durch die eben geschilderten Versuche nur gezeigt werden, daß der Verdunkelung allein keine besondere Reizwirkung zukommt; daß vor allem durch Verdunkelung nach oder während einer Lichtwirkung keine Steigerung der Wachstumsgeschwindigkeit herbeigeführt wird. Dies Ergebnis in Verbindung mit den Resultaten der Versuche über den Einfluß längerer Beleuchtung (S. 222ff.) berechtigen uns zu der schon S. 224 aufgestellten, nun ganz sicheren Behauptung, daß an der auf kurze Lichtwirkungen eintretenden charakteristischen Reaktion die Wiederverdunkelung keinen bestimmenden Anteil hat, daß vielmehr die ganze Reaktion nur eine Folge der plötzlichen Erhellung ist.

3. Bedeutung des Temperatur- und Transpirationswechsels.

A. Einfluß plötzlicher Temperaturänderungen auf den Wachstumsverlauf.

Es ist schon früher (S. 214) darauf hingewiesen worden, daß bei den Untersuchungen über die Wirkung sehr hoher Lichtintensitäten auf den Gang des Wachstums Wärmewirkungen nicht ganz auszuschließen waren. Zwar hatte ich in solchen Fällen eine Küvette mit kaltem Wasser, das zudem öfters erneuert wurde, in den durch Linsen konzentrierten Strahlenkegel eingeschaltet, doch zeigte das Thermometer auch dann noch eine mehr oder minder starke Erwärmung an, bei den extremsten Intensitäten von 400000 M.-K. sogar um 2 bis 3° C. Da

geringe Temperatursteigerungen sicher auch bei den mittleren Intensitäten noch eintraten, so war die Frage: wie groß sind diese, und wie wirken sie an sich schon auf den Wachstumsverlauf ein; mit anderen Worten: Inwiefern sind die für die Wirkungen des Lichts erhaltenen Resultate dadurch beeinflußt worden.

Um die Größe der Temperatursteigerungen festzustellen, wurden zunächst einige Versuche mit berußten Thermometern gemacht, deren Wärmeabsorption also erheblich stärker war als die einer gelbweißen transpirierenden Koleoptile. Es zeigte sich, daß eine Lichtintensität von 100 M.-K. (hundertkerzige Wotanlampe) bei drei Minuten dauernder Einwirkung eine Temperatursteigerung von 0,15 bis 0,20° C hervorrief. Genau die gleiche Belichtung hatte, wie Versuch 13 in Tabelle 8 beweist, eine starke Reaktion im Wachstumsverlauf zur Folge gehabt. Bei einer Intensität von 500 M.-K. und viertelstündiger Belichtungszeit betrug die Zunahme der Temperatur des berußten Thermometers 1,4 bis 1,6° C. Wurde aber zwischen Lampe und Thermometerkugel eine Küvette mit kaltem Wasser eingeschaltet, so stieg das Quecksilber nur um 0,20 bis 0,25° C. Unter diesen Bedingungen, also bei nur sehr geringer Temperatursteigerung, zeigte eine Haferkoleoptile, die unter Einschaltung einer Wasserküvette 15 Minuten mit 500 M.-K. belichtet wurde, genau die gleiche Reaktion (Tabelle 9, Versuch 18), wie die anderen Versuche mit ähnlichen Intensitäten. (Das späte Eintreten des Maximums dürfte eine individuelle Eigentümlichkeit sein.)

Aus diesen Versuchen ging schon hervor, daß durch geringe Erwärmung die Erfolge des Lichtwechsels nicht beeinflußt werden. Es wurden aber doch noch einige Beobachtungen über die Wirkung geringer Temperatursteigerungen ohne gleichzeitige Wirkung des Lichts ausgeführt. Die Erwärmung betrug etwa ein Grad und wurde in einfachster Weise durch Näherbringen einer heißen Kohlenfadenlampe aus Rubinglas ausgeführt; ein neben der beobachteten Koleoptile im Abstand von 1 bis 1,5 mm befestigtes Thermometer zeigte die Temperatur an. Es ergab sich (vgl. Versuch 53 in Tabelle 14), daß während und nach der viertelstündigen Temperatursteigerung von 24,7 auf 25,6 bis 25,7° C irgendeine Veränderung im Gang des Wachstums nicht wahrzunehmen war. Erst 15 Minuten später, nachdem

Tabelle 14.

Nummer	Einfluß der Temperatur- und Transpirations-													
53	Temperatur:	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7	24,7 ↑	25,6	25,7	25,6	25,7	25,6	25,5 ↓
	Zuwachs:	51	51	48	51	48	51	51	48	48	48	54	51	51
54	Temperatur:	22,5	22,5	22,6	22,6	22,6	22,7	22,7 ↑	30,3	32,0	33,0	33,0	32,0	31,5
	Zuwachs:	51	48	45	48	48	48	48	**74**	*21*	33	36	33	30
55	Temperatur:	19,4	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5 ↑	25,0	28,4	29,8	30,4	30,4	31,5
	Zuwachs:		45	48	48	51	57	54	**78**	60	57	54	51	42
56	Temperatur:	23,9	24,0	23,9	23,9	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0 ↑	27,0	28,5	28,9	28,9
	Zuwachs:	63	66	66	63	60	54	57	60	63	**78**	66	*57*	66
57		63	65	63	60 ↓ A	60	**70**	60	*50*	55	55	53	50	50
58									72	72	72	82	90	92

die Temperatur auf 24,8° gefallen war, begann eine Steigerung der Zuwachsgrößen von 51 auf etwa 66 μ, doch blieben diese auch nach Beendigung des Versuchs noch 3 Stunden lang auf einem mittleren Werte von 63 μ, so daß die Zunahme der Wachstumsgeschwindigkeit wohl in der großen Periode ihren Grund hat. Keinesfalls machen sich auf geringe Temperatursteigerungen hin so tiefgreifende und charakteristische Veränderungen geltend, wie sie bei plötzlicher Belichtung stets festgestellt werden konnten.

Daß hingegen starke Temperaturschwankungen nicht ohne Einfluß auf den Gang der Zuwachsbewegungen bleiben würden, erschien nach den Erfahrungen über die Wirkung des Lichtwechsels ziemlich wahrscheinlich, und es war von Interesse zu wissen, in welchen Erscheinungen eine solche Temperaturänderung zum Ausdruck kommen würde. Eine rasche und ziemlich starke Erhöhung der Temperatur erzielte ich dadurch, daß ich kleine, mit heißem Wasser gefüllte Zinkblechkästen in die Nähe des untersuchten Keimlings brachte. Um jede Erschütterung

Tabelle 14 (Fortsetzung).

änderungen auf den Wachstumsverlauf

25,0	25,0	24,9	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,9	24,9	24,9	24,9	25,0	25,0	25,0	25,0
54	48	51	51	54	57	63	66	63	69	66	69	69	66	66	60	66	66
											Mittel der nächsten 3 Std. = 63						
31,4	34,0	34,0	33,0	34,0	34,2	34,0	33,0	32,4	33,0	32,4	32,0	31,4	32,7	34,5	33,5	32,7	31,4
27	30	36	60	78	84	93	**117**	90	93	75	72	63	60	69	57	60	69
33,0	33,3	32,9	32,1	31,6	31,0	↓	23,0	20,3	20,5	20,5	20,3	20,6	20,4	20,0	20,0		
36	*30*	36	39	39	42	↓	*21*	36	45	42	51	57	60	**63**	60		
28,7	28,2	28,0	28,0	28,0	27,6	27,3	27,0	27,0	26,9	↓	25,6	25,0	24,8	24,7	24,7	24,6	24,7
87	78	63	63	60	*54*	57	57	69	63	↓	60	60	60	57	51	51	54
47 ↑Z	45	*35*	42	47	52	55	52	55									
90 ↑Z	70	*66*	74	80	84	84	74	60	*52*	60							

bei A Becherglas übergestülpt
bei Z abgenommen

zu vermeiden, wurden diese Kästen, deren Füllung öfters erneuert werden mußte, an einem starken Stativ befestigt, das mit dem Beobachtungstisch in keiner Verbindung stand. Die Temperatur wurde bei jeder Beobachtung an einem empfindlichen Thermometer abgelesen, dessen Quecksilberkugel sich in unmittelbarster Nähe der Koleoptile befand, ohne sie jedoch zu berühren. Geringe Differenzen zwischen den Temperaturen des Keimlings und des Thermometers blieben sicher noch bestehen; da es sich aber nur um orientierende Versuche handelte, so wurde kein Wert auf sehr große Genauigkeit gelegt.

Es wurden mehrere Beobachtungen angestellt, in denen übereinstimmend folgende Erscheinungen auftraten (s. Tabelle 14, Versuche 54, 55, 56 und Fig. 8, S. 234): Mit dem rapiden Steigen der Temperatur in wenigen Minuten um 10 bis 12° C (Versuche 54 und 55) war ein plötzliches Emporschnellen der Wachstumsgeschwindigkeit verbunden. Doch schon bei der zweiten Ablesung nach Beginn der Erwärmung war diese auf einen Minimalwert gefallen (Fig. 8, Versuch 54) oder

hatte wenigstens ganz bedeutend wieder abgenommen (Versuch 55 und 56). Darauf blieb die Zuwachskurve längere Zeit auf niederen Werten und erreichte ein eigentliches Minimum nach 21 (Versuch 54), 24 (Versuch 55) oder 30 Minuten (Versuch 56), je nach der Stärke der Temperatursteigerung. Erst jetzt begann ein ziemlich rasches Ansteigen der Zuwachswerte, das bei fortgesetzter Erwärmung zu einem typischen und recht hohen Maximum führte (Fig. 8), worauf die Wachstumskurve wieder langsam sank, aber noch längere Zeit auf höheren Werten verharrte, als vor Beginn der Temperatursteigerung.

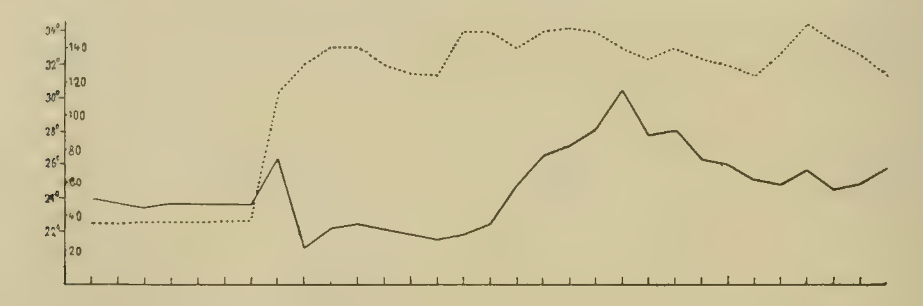


Fig. 8. Einfluß plötzlicher Temperatursteigerung um 10 bis 12° C auf den Wachstumsverlauf einer im Dunkeln wachsenden Koleoptile. (Tabelle 14, Vers. 54.)

Vergleichen wir diese Beobachtungen mit den Ergebnissen der früher geschilderten Versuche über die Wirkung sehr starker Lichtintensitäten auf den Wachstumsverlauf, so muß uns eine Übereinstimmung in mehreren Punkten auffallen. Vor allem tritt auch bei plötzlicher Temperaturerhöhung gleich anfangs eine rasch vorübergehende Wachstumssteigerung ein, wie sie S. 217 bereits besprochen wurde (vgl. auch Fig. 3, S. 216, über die Wirkung von 48000 M.-K. mit Fig. 8). Es konnte dort nicht entschieden werden, ob es sich dabei um einen reinen Erfolg des Lichts handelt, oder ob die nicht zu vermeidende Temperaturerhöhung einen solchen Effekt bewirkt. Nach den eben angeführten Resultaten über den Einfluß der Temperatursteigerung allein werden wir wenigstens eine Mitwirkung der plötzlichen Erwärmung nicht mehr abweisen können; doch bleibt sehr zu berücksichtigen, daß es sich auch bei den höchsten Lichtintensitäten von 400000 M.-K. nur um Unterschiede von einigen Graden, aber längst nicht um solche

bedeutende Temperatursteigerungen handelt, wie sie hier künstlich herbeigeführt wurden.

Leider war es mir nicht möglich, die Wirkungen des plötzlichen Temperaturwechsels weiter zu verfolgen, vor allem eine exaktere Versuchsmethodik, besonders in bezug auf Messungen der Temperatur des Keimlings selbst, auszuarbeiten. Doch geht auch aus diesen Beobachtungen schon mit Bestimmtheit hervor, daß ähnlich wie beim Licht, auch plötzliche und genügend starke Änderungen der Temperatur auf den Gang des Wachstums in ausgesprochener Weise als Reiz wirken, auf den eine charakteristische Änderung des Wachstumsverlaufs, also eine Reaktion auf diesen Reiz, erfolgt. Als solche konnten wir bis jetzt das plötzliche, vorübergehende Emporschnellen der Wachstumsgeschwindigkeit, das Auftreten eines Minimums zu bestimmter Zeit und das darauffolgende Ansteigen zum Maximum feststellen. Die große Ähnlichkeit dieser Erscheinungen mit der bei plötzlicher starker Belichtung eintretenden Reaktion ist ganz unverkennbar.

Jedenfalls wird man nach diesen neuen Erfahrungen nicht mehr länger an der bisherigen Ansicht über die Wirkungen eines Temperaturwechsels festhalten können, die Pfeffer (Physiol. 2, S. 93) folgendermaßen formuliert hat: »Bei einem Temperaturwechsel stellen sich die Pflanzen im allgemeinen ziemlich schnell auf die dem neuen Wärmegrad entsprechende Wachstumsschnelligkeit ein. Offenbar fällt also die transitorische Reizwirkung, die bei einem plötzlichen Übergang wohl nie ganz fehlen wird, zumeist so gering aus, daß sie der Beobachtung entgeht.« In meinen Versuchen dauerte es etwa eine Stunde, bis der Gang des Wachstums wieder einige Gleichmäßigkeit erlangt hatte. Die bis dahin sich abspielenden Veränderungen im Wachstumsverlauf, das Auftreten eines Minimums und darauffolgende Ansteigen zu einem starken Maximum werden wir wohl als »transitorische Reaktion« auf den plötzlichen Wechsel der Temperatur bezeichnen können. Was endlich die rasch vorübergehende, starke Zunahme der Wachstumsintensität gleich zu Beginn der Temperaturerhöhung anbetrifft, so möchte ich noch auf die Möglichkeit hinweisen, daß auch rein mechanische Wirkungen der Wärme in Frage kommen können,

derart, daß die im Mikroskop beobachtete plötzliche Längenzunahme der Koleoptile in der durch die Erwärmung bewirkten Ausdehnung der im inneren Hohlraum eingeschlossenen Gase (Luft und Wasserdampf) ihre Erklärung findet. Um welche minimale Verlängerung es sich übrigens handelt, zeigt folgende kleine Berechnung: nehmen wir eine sehr starke Steigerung von 50 μ an bei einer Koleoptillänge von 20 mm, so beträgt die Ausdehnung der Koleoptile in der Längsrichtung $^1/_{400}$ ihrer Länge.

Ganz analog dieser Erscheinung tritt bei plötzlicher Abkühlung eine rasch vorübergehende Verminderung der Wachstumsgeschwindigkeit ein. Bei dem in Tabelle 14 angeführten Versuch 55 betrug die Temperaturabnahme innerhalb 3 Minuten 8° C; in der gleichen Zeit sank die Zuwachskurve von 42 auf 21 μ, also um 50%, stieg aber sofort wieder auf 36 und 45 μ; und auch noch weiterhin fand trotz der niederen Temperatur eine langsame Steigerung der Zuwachsgrößen statt.

Es sei zum Schlusse noch bemerkt, daß die in diesen Versuchen angewendeten Temperaturen (im Höchstfalle 34° C) bestimmt noch nicht von schädigendem Einfluß auf die Wachstumsvorgänge sind, daß also die anfängliche Abnahme der Wachstumsgeschwindigkeit keinesfalls auf solche Wirkungen der Temperatur zurückzuführen ist. Ferner ist aus den Zahlenangaben der Tabelle 14 und aus Fig. 8 deutlich zu ersehen, daß die Wachstumskurve nicht jeder Schwankung der Temperatur, wie sie bei der primitiven Versuchsanstellung nicht zu vermeiden waren, folgt, sondern einen ganz bestimmten, davon im großen und ganzen unabhängigen Verlauf zeigt.

B. Einfluß plötzlicher Veränderungen der Transpiration.

Durch Belichtung wird bekanntlich die Transpiration gefördert, und so war es denkbar, daß durch solche Nebenwirkungen des Lichts auch das Wachstum beeinflußt werde. Um hierüber Klarheit zu haben, wurden einige Versuche über die Folgen sehr starker Transpirationsschwankungen ausgeführt, deren Resultate in Tabelle 14 (Versuch 57 und 58) enthalten sind. Es ergab sich daraus, daß beim Bedecken eines in

trockener Zimmerluft wachsenden Keimlings mit einem Becherglas, dessen Innenfläche mit feuchtem Filtrierpapier ausgekleidet war, eine geringe, vorübergehende Wachstumssteigerung eintrat, die sofort in ein langsames Sinken der Zuwachsgrößen überging (Versuch 57). Beim Entfernen des Becherglases von einer seit längerer Zeit im dampfgesättigten Raum wachsenden Koleoptile nahm die Wachstumsgeschwindigkeit auf die Dauer von etwa 6 Minuten ziemlich stark ab (Versuche 57 und 58), stieg dann in 10 bis 12 Minuten bis zur alten Höhe an, um nun von neuem, diesmal etwas tiefer, zu sinken.

Obwohl es sich in diesen Versuchen um ganz besonders starke Änderungen der Transpiration handelte, waren also die dadurch bedingten Schwankungen im Wachstumsverlauf bedeutend geringere, als wir sie für die Wirkung des Lichts feststellen konnten. Daraus durfte mit Sicherheit geschlossen werden, daß den Transpirationsschwankungen bei den früher geschilderten Lichtversuchen nur eine recht untergeordnete Rolle zufällt.

Wie aus der Schilderung der Versuche über Temperatur- und Transpirationsänderungen schon hervorgeht, war eine genauere Verfolgung dieser Erscheinungen bei der primitiven Art der Versuchsanstellung unmöglich. Das lag auch gar nicht in meiner Absicht; es sollte nur gezeigt werden, daß die Reaktion auf Lichtwechsel wirklich auch vom Licht allein, oder wenigstens in der Hauptsache vom Licht, nicht aber von den nicht ganz vermiedenen Temperatur- und Transpirationsänderungen bewirkt wird.

4. Zusammenfassung und Literatur.

Bei den im Abschnitt II dargestellten Untersuchungen über die Wirkungen eines plötzlichen Lichtwechsels auf den Wachstumsverlauf der Koleoptile wurde folgendes gefunden:

1. Die durch mikroskopische Beobachtung in kurzen Intervallen erhaltene Zuwachskurve einer unter konstanten Bedingungen wachsenden Koleoptile zeigt für die Dauer von 2 bis 3 Stunden einen sehr gleichmäßigen Verlauf.

2. Plötzliche, genügend starke Beleuchtung ruft in allen Fällen eine charakteristische Reaktion der Pflanze hervor, die im wesentlichen aus einer anfänglichen Wachstumshemmung und einer darauffolgenden, meist sehr starken Wachstumssteigerung besteht.

3. Diese Reaktion tritt in gleicher Stärke und in ganz ähnlicher Form auch bei längerer Beleuchtung noch unter der Wirkung des Lichts auf. Sie ist also einzig und allein eine Folge der plötzlichen Erhellung, nicht eine kombinierte Wirkung von Licht und Dunkelheit.

4. Längere Vor- und Nachbelichtung mit niederer Intensität ist von keinem erkennbaren Einfluß auf die durch kurzdauernde Einwirkung höherer Intensität veranlaßte Wachstumsreaktion.

5. Wird eine seit längerer Zeit wirkende Beleuchtung durch kurze Verdunkelung unterbrochen, so ruft der erneute Lichtreiz nur eine erhebliche Wachstumsverminderung hervor, die in Lage und Ausdehnung der anfänglichen Hemmung bei der typischen Reaktion gleichkommt. Der Übergang von Licht zu dauernder Dunkelheit hat keinen direkten Einfluß auf den Gang des Wachstums.

6. Geringe Temperaturschwankungen um etwa 1° C verändern den Wachstumsverlauf nicht merklich.

Plötzliche Veränderung der Temperatur um 10 bis 12° C bewirkt dagegen ganz ähnliche Erscheinungen, wie sie für intensive Belichtung festgestellt wurden. Für die in beiden Fällen gleich zu Beginn der Änderung eintretende starke Verlängerung der Koleoptile konnte eine sichere Erklärung nicht gegeben werden. Vielleicht handelt es dabei gar nicht um physiologische, sondern um rein physikalische Wirkungen von Licht und Temperatur oder allein der Temperatur.

7. Die durch Belichtung hervorgerufenen Änderungen der Transpiration sind nur von ganz untergeordneter Bedeutung für die eintretende Reaktion.

In allerneuester Zeit, nachdem die in dieser Arbeit veröffentlichten Untersuchungen im wesentlichen bereits abgeschlossen waren (vgl. Ber. d. d. bot. Ges. 1914, S. 173), berichtet A. H.

Blaauw (1914) in einer vorläufigen Mitteilung[1] über einige Versuche, deren Ergebnis mit dem meiner eigenen Beobachtungen über die Wirkung kurzer Belichtungen auf den Wachstumsverlauf ziemlich übereinstimmt. Es ist deshalb notwendig, etwas näher auf diese Veröffentlichung einzugehen. Blaauw wandte eine ganz ähnliche Untersuchungsmethode an; vor allem nahm er seine Messungen ebenfalls in kurzen Zwischenräumen von je 2 Minuten vor, und zwar mittels eines vierzigfach vergrößernden Fernrohrs, dessen Gesichtsfeld bci jeder Ablesung durch das Licht einer roten Lampe erhellt wurde. Als Versuchsobjekt dienten ihm Sporangienträger von Phycomyces, die sich schon bei phototropischen Untersuchungen als recht empfindlich gegen Licht erwiesen haben. Sie wurden in einem Glasgefäß eingeschlossen, bei sehr konstanter Temperatur und Feuchtigkeit kultiviert und beobachtet. Um eine allseitig gleich starke Beleuchtung der Versuchspflanze zu erzielen, ließ nun aber Blaauw das weiße Licht der elektrischen Lampe nicht vertikal von oben her auf den Sporangienträger einwirken, sondern er bediente sich acht kleiner Spiegel, die gleichmäßig um das Untersuchungsobjekt verteilt und unter 45^0 Neigung aufgestellt waren. Durch diese Spiegel wurde das senkrecht von oben einfallende Licht auf den Sporangienträger geworfen, der, wie bemerkt, vor der direkten Wirkung des Lichts geschützt war. Die Lichtintensität betrug für jede der acht Seiten 14 M.-K., die Dauer der Einwirkung meist 15 Sekunden. Blaauw verwendete also ganz bedeutend geringere Lichtmengen als sie sich in meinen Versuchen als nötig erwiesen haben. Seine Beobachtungen ergaben folgendes:

Innerhalb eines Zeitraums von etwa drei Minuten nach Aufhören der Belichtung blieb die Wachstumsintensität ungefähr die gleiche. Dann begann ein starkes Ansteigen der Zuwachskurve, das nach 5 bis 8 Minuten zu einem Maximum führte. Die hier gemessene Wachstumsgeschwindigkeit übertraf den vorher im Dunkeln festgestellten Wert um das Doppelte bis Dreifache. Es setzte nun aber sofort eine ebenso rasche Verminderung der Zuwachsgrößen ein, so daß diese nach weiteren 4 bis 8 Minuten ihren früheren Betrag wieder erlangt hatten,

[1]) Die ausführliche Publikation, Zeitschr. f. Bot. Bd. 6, S. 641, konnte ich nicht mehr berücksichtigen.

in einzelnen Fällen sogar für kurze Zeit unter diesen heruntergingen. Eine Blaauws Mitteilung (S. 779) entnommene Zahlenreihe sei als Beispiel angeführt:

0,36 0,33 Licht! 0,40 0,50 0,75 0,75 0,50 0,50 0,35 0,38

Die Zahlen bedeuten Znwachswerte pro Minute in Teilen der Okularmikrometerskala. Sie geben die Wirkung einer achtseitigen Belichtung mit 14 M.-K. Intensität und von 15 Sekunden Dauer auf den Wachstumsverlauf eines im Dunkeln kultivierten Sporangienträgers von Phycomyces wieder. Ein bemerkenswerter Unterschied dieser Zahlenreihe gegenüber den Resultaten meiner oben gebildeten Versuche liegt darin, daß Blaauw keine anfängliche Hemmung des Wachstums durch die Belichtung gefunden hat, auch an anderen Stellen seiner vorläufigen Mitteilung erwähnt er davon nichts. Aus einigen der darin veröffentlichten Tabellen könnte man wohl herauslesen, daß auch in seinen Versuchen eine solche Hemmung auftrat (siehe Tab. II, IV und V bei Blaauw), da aber Blaauw nur Mittelwerte der Zuwachsgrößen pro Minute, aus seinen alle zwei oder mehr Minuten angestellten Beobachtungen berechnet, angibt, nicht aber die Zuwachswerte der einzelnen Minuten selbst gemessen hat, so läßt sich das Bestehen einer Wachstumshemmung nicht mit Sicherheit behaupten, zumal in den angeführten Tabellen das Sinken der Zuwachskurve gerade zu der Zeit eintritt, in der die Belichtung vorgenommen wurde. Im übrigen aber zeigen meine Beobachtungen eine erfreuliche Übereinstimmung mit denen Blaauws. Daß in seinen Versuchen schon so viel geringere Lichtmengen genügten, um die besprochene Reizerscheinung, die »photo-growth-reaction«, wie Blaauw sie benennt, hervorzurufen, mag mit der höheren Empfindlichkeit seines Versuchsobjektes, einer einzelligen Pflanze, hinlänglich begründet sein.

Mit Hilfe der »photo-growth-reaction« sucht nun Blaauw das Zustandekommen positiver und negativer phototropischer Krümmungen zu erklären. Ohne weiter auf diese Erörterungen einzugehen, sei nur erwähnt, daß die Darlegungen Blaauws nicht sehr überzeugend wirken. Sie könnten auch höchstens für einzellige, glashelle Pilzhyphen zutreffen, keinesfalls aber können sie uns irgendwelche Aufklärung über die Vorgänge bei vielzelligen phototropischen Organen, Sprossen und Wurzeln höherer Pflanzen geben.

III. Abschnitt.

Spätere Wirkungen des Lichts auf das Wachstum.

1. Einfluß der Beleuchtung auf die Wachstumsgeschwindigkeit.

A. Weißes Licht.

Bei Besprechung der Veränderung, die durch eine vorübergehende plötzliche Erhellung im Wachstumsverlauf der Koleoptile bewirkt werden, mußte uns besonders auffallen, daß das Licht nach einer anfänglichen Wachstumshemmung eine sehr viel bedeutendere Steigerung der Wachstumsgeschwindigkeit hervorzubringen vermag. Daß diese Beschleunigung eine reine Folge der Beleuchtung ist, wurde durch die Versuche mit längerer Belichtung überzeugend bewiesen; denn hier trat die Wachstumssteigerung ebenso auf, wie nach kurzen Lichtwirkungen, und zwar noch unter dem Einfluß der fortdauernden Beleuchtung. Bemerkenswert war ferner, daß ihre Stärke genau die gleiche, ihre Dauer aber eine erheblich längere war, als in den Versuchen mit vorübergehender Belichtung (vgl. S. 224).

In beiden Fällen, sowohl bei kurzer wie bei längerer Beleuchtung, blieb auch nach Überschreiten des Maximums die Wachstumsgeschwindigkeit meist noch für einige Zeit über dem vor Beginn der Belichtung festgestellten Werte. Diese durch die Wirkung des Lichts hervorgerufene Wachstumssteigerung hielt in den Versuchen mit kurzer Belichtungszeit (II, 1, A) noch bei einer Intensität von 1500 M.-K. während der Dauer der ganzen Beobachtung ($2^1/_2$ Stunden nach Beginn der Belichtung) an. Bei 12000 M.-K. war sie bereits nach $1^1/_2$ Stunden zu Ende, bei 48000 M.-K. trat sie überhaupt nicht mehr hervor (vgl. S. 216). In den Versuchen mit längerer Beleuchtung war die Dauer der Wachstumsförderung eine geringere, schon bei 1000 M.-K. betrug sie nur noch etwa eine Stunde. Zur Erläuterung dieser Verhältnisse möge die Tabelle 15, S. 242, dienen, die aus einer Anzahl von Versuchen der Tabellen 8, 9 und 11 zusammengestellt wurde. Die dort angeführten Zuwachsgrößen pro 3 Minuten sind in halbstündliche Verlängerungen der Koleop-

tile umgerechnet worden, um einen besseren Überblick über die starken Veränderungen der Wachstumsgeschwindigkeit zu geben.

Tabelle 15.

Änderung der Wachstumsgeschwindigkeit nach Belichtung mit verschiedener Intensität bei kurzen und längeren Belichtungszeiten.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Versuchs-nummer	Licht-intensität	Be-lichtungs-zeit	Halbstündliche Zuwachsgrößen					
			vor der Belichtung	nach der Belichtung				
15	100 M.-K.	9 Min.	762	618	866	869		
16	100 „	15 „	545	450	830	608		
20	1 000 „	15 „	561	501	759	545		
21	1 500 „	15 „	675	603	1143	840	759	755
24	12 000 „	15 „	693	399	744	528	318	
27	400 000 „	15 „	581	311	432	261	129	
38	16 M.-K.	dauernd	427	362	504	434		
39	16 „	„	600	518	754	622	690	
40	100 „	„	666	586	776	742		
41	100 „	„	790	604	916	782		
44	1000 „	„	560	417	606	520		

Wir bemerken in der ersten halben Stunde nach Beginn der Beleuchtung (Spalte 5) stets ein je nach der Lichtintensität mehr oder minder starkes Sinken der Wachstumsgeschwindigkeit, das dem ersten Stadium der Reaktion auf plötzliche Erhellung der anfänglichen Hemmung entspricht. In der folgenden halben Stunde ist, abgesehen von den höchsten Intensitäten, der Zuwachs bedeutend größer als vor der Einwirkung des Lichts (Spalte 6), und je nach der Lichtintensität hält diese Wachstumssteigerung, wie soeben geschildert wurde, noch mehr oder minder lange Zeit an. Die in Spalte 6 angeführten Werte entsprechen also dem Maximum der bekannten Reaktion; die noch folgenden Spalten 7, 8, 9 zeigen das darauf eintretende langsame Sinken der Wachstumskurve. Weiter wurde die mikroskopische Beobachtung aus den S. 206 angeführten Gründen nicht fortgesetzt.

Es war nun aber von besonderem Interesse, diese auffallende Tatsache, daß durch Belichtung eine Wachstumssteigerung hervorgerufen wird, weiter zu verfolgen; denn die bisherige, auf älteren Beobachtungen basierende Ansicht lautet dahin, daß

das Licht die Wachstumsgeschwindigkeit stets verlangsamt. Eine sehr genaue Verfolgung des Wachstumsverlaufs in kurzen Zeitintervallen war zu diesem Zweck nicht nötig; es genügten vielmehr, wie aus Tabelle 15 hervorgeht, Messungen in Abständen von 30 Minuten vollkommen, um stärkere Veränderungen der Wachstumsgeschwindigkeit festzustellen. Die Versuchsanstellung war die folgende. Aus einer größeren Anzahl von gleich alten, etiolierten Haferkeimlingen, die auf die früher beschriebene Weise (vgl. S. 196) in kleine Glaszylinder eingepflanzt waren, wurden einige Stunden vor Beginn der Beobachtung zwei genau gleich entwickelte Koleoptilen von etwa 10 mm Länge ausgesucht und auf den Beobachtungstisch in das Gesichtsfeld der beiden Horizontalmikroskope gebracht. Das Vorrücken der Koleoptilspitze wurde alle halbe Stunde an der Okularmikrometerskala abgelesen; es war deshalb die Vergrößerung bedeutend schwächer gewählt, als in den Versuchen mit kurzen Ablesungsintervallen (1 Teilstrich entsprach 50 resp. 58 μ). Nachdem zunächst einige Beobachtungen in Dunkelheit gezeigt hatten, daß die Wachstumsgeschwindigkeit beider Keimlinge von genügender Übereinstimmung war, wurde die eine Koleoptile vertikal von oben mit der zu untersuchenden Intensität belichtet, die andere mit einem lichtdichten Dunkelsturz bedeckt. Zur Vermeidung von größeren Unterschieden in der Transpiration war über den »Lichtkeimling«, wie er im Gegensatz zum »Dunkelkeimling« kurz genannt werden soll, ein dünnes Becherglas von der Größe des Dunkelsturzes gestülpt. Beim Messen wurde das Licht für die Dauer einer halben Minute ausgedreht und die Ablesungen bei rotem Licht vorgenommen.

Der bedeutendste Mangel dieser Untersuchungsmethode beruht offenbar darin, daß es fast ganz dem Zufall überlassen war, ob der Wachstumsverlauf der beiden Keimlinge auch weiterhin so parallel gehen würde, daß alle nach Beginn der Belichtung eintretenden Veränderungen der Wachstumsgeschwindigkeit des einen Keimlings allein dem Einfluß des Lichts, nicht aber irgendwelchen inneren Ursachen zuzuschreiben waren. Da aber bei Verwendung einer größeren Anzahl von Keimlingen die Messungen der Zuwachsgrößen keinesfalls mit solcher Genauigkeit auszuführen war, so behielt ich diese Beobachtung

einzelner Koleoptilen bei. Um jedoch die individuellen Verschiedenheiten einigermaßen auszugleichen, wurde jeder Versuch mehrmals wiederholt; dafür allerdings nur verhältnismäßig wenige Lichtintensitäten auf ihre Wirkung hin untersucht. Ferner beschränkte ich mich darauf, den Einfluß dauernder Belichtung zu beobachten, da hier die Veränderungen der Wachstumsgeschwindigkeit bedeutend stärker sind, als bei kurzen Belichtungen mit gleicher Intensität, und da es mir vor allem auch darauf ankam, zu untersuchen, wie lange die wachstumsfördernde Wirkung des Lichts bei dauernder Einwirkung desselben anhalten würde. Auf die weit schwierigere Beobachtung der späteren Erfolge kurzer Lichtwirkungen konnte ich nicht eingehen; doch ist aus den Ergebnissen der im II. Abschnitt S. 224 geschilderten Untersuchungen mit ziemlicher Sicherheit zu entnehmen, daß es sich hierbei nur um quantitative Unterschiede gegenüber den Wirkungen dauernder Belichtung handelt[1].

Aus den angestellten Beobachtungen ging folgendes hervor: Bei Verwendung einer Intensität von 1600 M.-K. blieben die Zuwachsgrößen des Lichtkeimlings während der ganzen Beobachtungsdauer (7 Stunden nach Beginn der Belichtung) unter den für die Dunkelpflanze gemessenen Werten. Eine Förderung des Wachstums durch das Licht trat hier überhaupt nicht mehr hervor (vgl. Tabelle 16, S. 245).

Das Maximum der auf die Erhellung folgenden Reaktion ist demnach bei dieser Intensität so wenig stark, daß es bei halbstündiger Messung nicht zur Geltung kommt.

Weniger sicher war das Resultat der Versuche mit 1000 M.-K. Lichtintensität (Tabelle 17, 18, 19, S. 245). In einem Falle übertraf der Zuwachs der Lichtpflanze nur im Reaktionsmaximum den der Dunkelpflanze (Tabelle 17; vgl. Tabelle 15, Versuch 44, Spalte 6), und in einem zweiten Versuch (Tabelle 18) trat, wie bei 1600 M.-K., eine Förderung gar nicht mehr hervor. Die dritte Beobachtung

[1]) Das zeigt z. B. ein Vergleich der Versuche 21 und 44 in Tabelle 15. Bei viertelstündiger Einwirkung von 1500 M.-K. (Versuch 21) dauert die Wachstumssteigerung in diesem Falle $2^1/_2$ Stunden; bei dauernder Belichtung mit nur 1000 M.-K. (Versuch 44) tritt sie dagegen nur in Spalte 6 hervor. Doch sind die individuellen Verschiedenheiten meist sehr bedeutend.

Tabellen 16 bis 25.

Zuwachswerte in Mikren; im allgemeinen in aufeinanderfolgenden halben Stunden. Wenn diese halbstündigen Zuwüchse aus längeren Zeiträumen als Mittelwerte errechnet sind, gibt eine Anmerkung diesen Zeitraum an. ⟶ Licht.

Tabelle 16.
1600 M.-K.

Dunkelpflanze	Lichtpflanze
760	720 —
637	652 +
	⟶
675	601 —
627	504 —
934[1]	607 —[1]
1017	630 —
969	731 —
969	727 —
941	680 —
1045	652 —
969	702 —
931	648 —

[1]) Mittel aus 2^h.

Tabelle 17.
1000 M.-K.

Dunkelpflanze	Lichtpflanze
450	466 +
476	460 —
	⟶
442	420 —
476	480 +
499	430 —
482	390 —
465	415 —
516	490 —
528	545 +
562	550 —
511	500 —
471	500 —

Tabelle 18.
1000 M.-K.

Dunkelpflanze	Lichtpflanze
465	500 +
	⟶
505	490 —
562	360 —
510	500 —
493	400 —
567	455 —
448	455 +

Tabelle 19.
1000 M.-K.

Dunkelpflanze	Lichtpflanze
404	350 —
330	320 —
382	365 —
385[2]	392 +[2]
	⟶
467	315 —
473	395 —
359	455 +
405	480 +
427	435 +
410	510 +
427	495 +
604	545 —
627	525 —

[2]) Mittel aus 2^h 45.

Tabelle 20.
400 M.-K.

Dunkelpflanze	Lichtpflanze
427	421 —
499	492 —
475	484 +
617	587 —
654[3]	652 —[3]
	⟶
637	518 —
523	706 +
646	756 +
	⟶
931	781 —
817	576 —
770	601 —
784	536 —

[3]) Mittelwert.

Tabelle 21.
200 M.-K.

Dunkelpflanze	Lichtpflanze
525	530 +
	⟶
692[4]	743 +[4]
673	755 +
650	635 —
826	735 —
804	695 —

[4]) Mittel aus 3^h 30.

Tabelle 22.
100 M.-K.

Dunkelpflanze	Lichtpflanze
450	349 —
490	381 —
445	375 —
	⟶
570	470 —
678	650 —
633[5]	755 +[5]
542	710 +
479	580 +
513	595 +
519	565 +
507	525 +
496	510 +
547	570 +
587	550 —
610	490 —

[5]) Mittel aus 3^h.

Tabelle 23.
16 M.-K.

Dunkelpflanze	Lichtpflanze
323	349 +
342	324 —
323	326 +
	⟶
446	302 —
524	410 —
513	399 —
542	384 —
590	437 —
613	750 +
611	692 +
630	681 +
651	703 +
646	720 +
655	738 +
703	767 +
636	709 +
713	756 +
665	720 +
665	738 +
684	774 +
646	742 +

(Tabelle 19) dagegen ergab ein allerdings erst eine Stunde nach Beginn der Belichtung einsetzendes stärkeres Wachstum der Lichtpflanze, das 2 Stunden lang anhielt. Vergleichen wir aber die beiden Zahlenreihen der Tabelle 19 etwas genauer miteinander, so bemerken wir bei der Dunkelpflanze gerade eine Stunde nach Anfang der Lichtwirkung ein plötzliches Sinken der Wachstumsgeschwindigkeit, die für die Dauer von $2^1/_2$ Stunden auf relativ niederen Werten verharrt. Da sich sämtliche Keimlinge im aufsteigenden Ast der großen Periode befinden, so ist diese vorübergehende Abnahme der Zuwachsgrößen durch irgendwelche unbekannten Störungen hervorgerufen. Die so spät erst beginnende Förderung des Wachstums durch Licht von 1000 M.-K., die sich aus dem Vergleich der erhaltenen Zahlen ergibt, ist also sicher nur eine scheinbare, so daß wir aus der Betrachtung aller drei Versuche den Schluß ziehen können, auch bei dauernder Belichtung mit 1000 M.-K. Intensität tritt eine Wachstums-

Tabelle 24.
Nach $14^1/_2$ stündiger Vorbelichtung mit 16 M.-K.

Dunkelpflanze	Lichtpflanze
665	565 —
755	630 —
1055	673 —
751	587 —
1112	749 —[1]
1080	750 —
1117	781 —
1758	1703 —
1065	943 —
1026	759 —
779	756 —
884	720 —
779	796 +

[1]) Mittelwert.

Tabelle 25.
Nach 15 stündiger Vorbelichtung mit 5 M.-K.

Dunkelpflanze	Lichtpflanze
583	650 +
597	600 +
635	565 —
587	455 —

Tabelle 26.

Dunkelpflanze	Lichtpflanze
370	331
266	306
	⟶
276	270
333	252
342	360
226	240
399	436
408	454
959[2]	986[2]
494	501
473	498
437	468
nach 15 Stunden Pause	
701	425
735	417
922	583
945	767
855	637
503	371
1092	724
912	508
993	644
855	601

[2]) Wert aus 1 h.

steigerung bei dieser Art der Messung nicht hervor. Wurde die Lichtintensität weiter auf 400 M.-K. vermindert, so machte sich ein deutliches stärkeres Wachstum der Lichtpflanze auf die Dauer von etwa 2 Stunden geltend (Tabelle 20, S. 245). Bei 200 M.-K. hielt dies Stadium 4 bis $4^1/_2$ Stunden an (Tabelle 21, S. 245); erst nach dieser Zeit sank die Wachstumsgeschwindigkeit des Lichtkeimlings unter die der dunkel gehaltenen Koleoptile.

Was die Wirkung einer Belichtung von 100 M.-K. Stärke anbetrifft, so fand sich hier in 3 Versuchen übereinstimmend eine Förderung der Zuwachsgrößen durch das Licht von 6 bis 8 Stunden Dauer (Tabelle 22, S. 245). Ein vierter Versuch verlief ergebnislos, da auch hier der Dunkelkeimling nach einiger Zeit eine unerklärliche Verminderung der Wachstumsintensität zeigte und somit als Vergleichspflanze nicht mehr tauglich war.

Bei 16 M.-K. konnte das Ende der wachstumsbeschleunigenden Wirkung des Lichts an einem Beobachtungstage gar nicht mehr festgestellt werden. Noch 9 Stunden nach Beginn der Belichtung zeigte der Lichtkeimling ein bedeutend stärkeres Wachstum als die Dunkelpflanze (Tabelle 23, S. 245). Es wurde deshalb in den weiteren Versuchen des abends mit der Belichtung begonnen und erst am nächsten Morgen die Wachstumsgeschwindigkeit gemessen. Auf diese Weise ergab sich, daß die Förderung durch Licht von 16 M.-K. weniger als 14 Stunden anhält (Tabelle 24, S. 246); ihre Dauer wird also zwischen 10 und 13 Stunden betragen.

Genauer wurde diese Zeit für 5 M.-K. Lichtintensität bestimmt. In zwei Versuchen trat der Umschwung von der beschleunigenden zur retardierenden Wirkung des Lichts nach 16 Stunden in Tabelle 25, S. 246, in zwei andern war er nach dieser Zeit schon vollzogen. Da aber die belichtete Pflanze zu Beginn der Beobachtung stets deutlich länger war als die verdunkelte, in der Nacht also stärker gewachsen sein mußte, so kann die Dauer der Wachstumsförderung nicht viel weniger als 15 bis 16 Stunden betragen. Daß eine solche überhaupt vorhanden, zeigt außer der erwähnten, schon ohne Messung sichtbaren Förderung der Lichtpflanze auch der in Tabelle 26, S. 246, dargestellte Wachstumsverlauf der beiden Keimlinge eines Versuchs mit

5 M.-K., der in diesem Falle von Beginn der Belichtung beobachtet wurde.

Bei Bestrahlung der Koleoptile mit sehr schwachem Licht von 0,5 M.-K. Intensität ist endlich die Wachstumsbeschleunigung eine recht lang dauernde. Da die Wirkung dieses Lichts eine viel zu geringe ist, als daß sie in der bisherigen Weise direkt mikroskopisch beobachtet werden könnte, so wurde das auf folgende Weise festgestellt. Von zwei unter genau gleichen Bedingungen aufgezogenen Haferkulturen wurde die eine 24 Stunden mit 0,5 M.-K. belichtet, die andere dunkel gehalten; Temperatur und Luftfeuchtigkeit waren ganz übereinstimmend. Nach Beendigung der Belichtung wurden die Keimlinge abgeschnitten und gemessen; die belichtete Kultur zeigte eine mittlere Koleoptillänge von 50,0 mm, während der entsprechende Wert bei der dunkel gehaltenen Kultur nur 44,4 mm betrug. Die wachstumsfördernde Wirkung dieses schwachen Lichts dauert also recht lange an. Daß übrigens die mittleren Koleoptillängen solcher Kulturen unter gleichen Außenbedingungen bis auf etwa 1 bis 1,5 mm übereinstimmen, wird später noch zu zeigen sein (vgl. S. 253).

B. Rotes Licht.

Bei allen Arbeiten im Dunkelzimmer ist die Verwendung roten Lichts ganz unerläßlich, da Beobachtungen und Ablesungen in absoluter Dunkelheit nicht auszuführen sind. Da es sich in diesen Untersuchungen gerade über den Einfluß des Lichts auf das Wachstum handelt, so wurde auch jede nicht unbedingt notwendige Bestrahlung der Versuchspflanzen mit dem sehr schwachen Licht der roten Beobachtungslampe nach Möglichkeit vermieden. Wie schon S. 207 hervorgehoben und begründet wurde, kamen aber die zum Versuch ausgewählten Keimlinge bereits mehrere Stunden vor Beginn der Ablesungen unter die Wirkung dieser Lampe, um sich an den Einfluß des roten Lichts anzupassen. Daß ein solcher vorhanden war, lehrte das merklich stärkere Wachstum der damit bestrahlten Keimlinge im Vergleich zu Dunkel gehaltenen.

Diese oft gemachte Beobachtung war der Anlaß, einige besondere Versuche über die Wirkung roten Lichts auf das

Wachstum auszuführen. Als Lichtquelle dienten Metallfadenbirnen von 5 und 10 M.-K. Intensität, die in größere Überbirnen aus Rubinglas eingeschlossen waren (vgl. S. 196). Keimlinge von Avena, die diesem Licht beliebig lange Zeit ausgesetzt waren, zeigten keine Andeutung von phototropischen Krümmungen, wohl aber, wie erwähnt, eine deutliche Förderung des Wachstums.

Um diese Wirkung des roten Lichts näher zu untersuchen, wurde von zwei möglichst übereinstimmenden Haferkulturen mit je 30 bis 40 ausgewählten Keimlingen die Kultur A 24 Stunden lang mit dem Licht der 20 cm entfernt stehenden roten Lampe (Innenbirne 10 N.-K.) bestrahlt, die Vergleichskultur B dagegen vollständig dunkel gehalten. Um die Leuftfeuchtigkeit gleich zu halten, war die Kultur A mit einem dünnwandigen Becherglas von der Größe des Dunkelsturzes der Kultur B bedeckt. Infolge der stärkeren Wärmeabsorption dieses schwarzgestrichenen Blechsturzes war die Temperatur bei B stets 0,4 bis 0,6° C höher als bei A: sie betrug in allen Versuchen 25 bis 26° C. Trotz dieser Temperaturdifferenz zugunsten der verdunkelten Keimlinge, blieb deren Zuwachs stets merklich hinter dem der belichteten Koleoptilen zurück, wie die sofort nach Aufhören der Belichtung ausgeführte Messung zeigte. In Tabelle 27 werden die erhaltenen Mittelwerte angegeben; wie man sieht, betragen die Differenzen 1 bis 3 mm mehr als der hier in Betracht kommende Versuchsfehler von etwa 1 mm (vgl. S. 253).

Tabelle 27.
Einfluß des roten Lichts auf die Wachstumsgeschwindigkeit der Koleoptile.

	A (belichtet)	B (verdunkelt)	Differenz
Versuch I	59,8	57,3	+ 2,5
„ II	55,7	51,3	+ 4,4
„ III[1]	64,9	61,2	+ 3,7

Daß diese Differenzen so gering sind hat seinen Grund zum Teil wohl auch in dem entgegenwirkenden Temperaturunter-

[1]) Die genauen Daten des Versuchs III sind folgende:

	Anfangslänge	Zuwachs	Endlänge	(nicht ausgewachsen)
Kultur A	44,1	20,8	64,9	
Kultur B	43,7	17,5	61,2	

schied, hauptsächlich aber in der sehr geringen Lichtstärke, auf die ich mich in diesen Versuchen beschränken mußte.

Die angestellten Beobachtungen genügten, um zu zeigen, daß rotes Licht von schwacher Intensität nur geringen Einfluß auf die Wachstumsgeschwindigkeit besitzt und daß es genau ebenso wie weißes Licht von sehr geringer Stärke das Wachstum für längere Zeit fördert. Interessant ist die Tatsache, daß Lichtstrahlen, die phototropisch vollkommen unwirksam sind, doch von deutlichem Einfluß auf das Wachstum sein können.

Die bisher geschilderten Untersuchungen haben als wesentlichstes Resultat ergeben, daß durch Licht von nicht allzu hoher Intensität (vgl. S. 244) eine Steigerung der Wachstumsgeschwindigkeit erzielt werden kann, deren Dauer mit sinkender Intensität ständig zunimmt. Diese vorübergehende Wachstumsförderung durch Belichtung wurde allerdings erst für die Koleoptile von Avena, die eines der empfindlichsten und reaktionsfähigsten Objekte gegen Lichtreiz darstellt, nachgewiesen. Weitere Untersuchungen werden nun zu zeigen haben, in welchem Umfang sich eine wachstumsfördernde Wirkung des Lichts auch bei andern Pflanzen, besonders bei Sprossen und Wurzeln der Dikotylen, findet, auf die das Licht ja vorzugsweise hemmenden Einfluß hat.

In der Literatur findet sich nur eine Arbeit von H. Jakobi (1911), in der bereits von einer Wachstumssteigerung durch Belichtung die Rede ist. Da dies Resultat in der Arbeit Jakobis auf ganz andere Weise erhalten wurde als in meinen Untersuchungen, und da es in wesentlichen Punkten hiervon abweicht, so ist eine kurze Besprechung der Veröffentlichung Jakobis notwendig.

Jakobi verwendete zu ihren Versuchen Keimpflanzen von Phaseolus, Triticum und Sinapis, die von der Seite durch Kohlenfadenlampen verschiedener Intensität belichtet wurden. »Die Messung der Keimlinge erfolgte vor und nach der Beleuchtung und dann jeden folgenden Tag zur selben Stunde bei rotem Licht; später in großer Entfernung von schwachem gelben Licht, das«, wie die Verfasserin bemerkt, »ohne weiteren Einfluß

war.« Jakobi zog also die Beobachtung einer größeren Anzahl von Keimlingen der genauen mikroskopischen Verfolgung des Wachstumsverlaufs einzelner Pflanzen vor. Daß sie die Messung der Versuchspflanzen nur alle 24 Stunden vornahm, erscheint uns recht wenig geeignet zur Erkennung der durch Beleuchtung bewirkten Veränderungen des Wachstums. Ferner waren die äußeren Bedingungen so wenig konstant, daß ein Vergleich der in verschiedenen Versuchsreihen gewonnenen Resultate einiges Mißtrauen erwecken muß, besonders da die verglichenen Versuche manchmal zu ganz verschiedenen Jahreszeiten ausgeführt wurden. »Die Temperatur in der Dunkelkammer schwankte zwischen 16 und 20° C. Sie stieg bei der Lichtintensität von 100 Normalkerzen in einer Entfernung von 1 m z. B. von 20 auf 22°. Auf eine Vorrichtung zwecks Wärmeabsorption wurde verzichtet. Die Feuchtigkeit des Raumes erwies sich als konstant, sie betrug im Mittel 49%.«

Jakobi formuliert ihre Resultate folgendermaßen (S. 1029):

1. »War die Lichtquelle eine künstliche, und zwar Kohlenfadenlampen in der Stärke von 100 bis zu 0,55 Normalkerzen, deren Licht durch eine konstante Zeit einwirkte, so trat z. B. bei 2 Stunden Belichtung, nach Übertragung ins Finstere, eine Retardierung des Längenwachstums der Keimlinge von Bohnen, Weizen und Senf ein, jedoch nur bei Lichtstärken von 100 bis 25 Normalkerzen. Sank die Intensität noch weiter, so zeigte sich eine Beschleunigung im Vergleiche zu der konstant verdunkelten Pflanze. Sowohl die Verlängerung als auch die Verkürzung kann eine dauernde bleiben.«

2. »Bei konstanter Intensität des Lichtes, und zwar 100 Normalkerzen, jedoch bei wechselnder Einwirkungsdauer desselben (12 bis 15 Sekunden), auf die etiolierten Keimlinge von Phaseolus vulgaris, Triticum vulgare, Sinapis alba trat ebenfalls 24 Stunden nach erfolgter Beleuchtung, dann im Dunkeln Retardierung ein, jedoch nur bis zu einer bestimmten Zeitgrenze. Diese war bei den genannten Arten verschieden: von 2 Minuten bis zu 1 Minute. Währte die Belichtung noch kürzere Zeit, so trat Beschleunigung des Längenwachstums ein.«

Hieraus ergibt sich, daß Jakobi zweierlei Lichtwirkungen unterscheidet; sie findet Förderung des Wachstums, wenn die

Lichtmenge eine geringere war, Hemmung dagegen nach Einwirkung großer Lichtmengen. Nach den Ergebnissen der in Abschnitt II und III dieser Arbeit geschilderten Untersuchungen ist dieses Resultat nicht richtig. Auch bei Einwirkung großer Lichtmengen tritt, wie oft hervorgehoben wurde, anfangs eine Förderung des Wachstums ein. Diese ist jedoch nach 24 Stunden, also der Zeit, nach der Jakobi ihre erste Beobachtung vornahm, längst wieder ausgeklungen, während sie bei schwachen Intensitäten so lange und noch länger anhält.

2. Einfluß des Lichts auf die Endlänge.

Wir sahen im ersten Teil dieses Abschnitts, daß auf die durch plötzlichen Lichteinfall hervorgerufene Reaktion (anfängliche Hemmung und maximale Steigerung des Wachstums) bei Lichtwirkungen von nicht allzu hoher Intensität eine Förderung der Wachstumsgeschwindigkeit folgt, die je nach Stärke und Wirkungsdauer des verwendeten Lichts mehr oder minder lange anhält. Wie aus den Tabellen 15 bis 22 und 24 bis 26 zu ersehen ist, tritt späterhin eine Abnahme der Zuwachsgrößen im Vergleich zur Dunkelpflanze ein, die stets dazu führt, daß eine belichtete Koleoptile ihr Wachstum früher einstellt und daß sie eine geringere Endlänge erreicht, als eine unbelichtete. Es wurde schon früher (S. 202) hervorgehoben, daß wir gerade in der Endlänge der Koleoptile ein ziemlich empfindliches und leicht bestimmbares Maß für die Wirkung derjenigen Außenfaktoren besitzen, die wie Wärme und Licht von besonders starkem Einfluß auf die Wachstumsgeschwindigkeit dieses Organs sind. Die Abhängigkeit der Koleoptillänge von der Temperatur ist schon im ersten Abschnitt eingehender berücksichtigt worden; es ergab sich dort, daß die Länge der Koleoptile mit steigender Temperatur im großen ganzen abnimmt (vgl. Tabelle 4, S. 203). Ferner stellten wir fest, daß auch mit steigender Lichtintensität ihr Wert vermindert wird (Tabelle 2, S. 199 und S. 204); und zahlreiche Beobachtungen lehrten, daß überhaupt jede kürzere oder längere Belichtung bewirkt, daß die Koleoptillänge geringer bleibt, als bei verdunkelten Keimlingen, die unter sonst gleichen Bedingungen wachsen.

Die Abhängigkeit der Endlänge vom Licht wurde nun etwas genauer untersucht; besonders war es von Interesse, einmal die untere Grenze dieser Wirkung des Lichts festzustellen. Da es hierbei darauf ankam, die individuellen Verschiedenheiten möglichst auszugleichen, so wurde auf die Aufzucht übereinstimmender Keimlingskulturen besondere Sorgfalt verwendet. Aus einer größeren Menge eingequellter Haferfrüchte wurden gleichgroße und gesunde Körner ausgesucht, geschält und auf gut abgespülten Filtrierpapier im Dunkelschrank des Versuchszimmers zum Keimen gebracht. Nach 24 Stunden pflanzte ich die gleich weit entwickelten Keimlinge in größere Glasgefäße mit gleichmäßig angefeuchteter Erde und zwar in einer Anzahl von 40 bis 50 pro Kultur. Die Belichtung erfolgte stets am dritten Tage nach dem Einpflanzen, also zur Zeit der höchsten Wachstumsgeschwindigkeit (S. 198) und bei einer Keimlingslänge von 25 bis 40 mm. Dazu dienten Wotan-Metallfadenlampen von 5 bis 100 Normalkerzen, deren Licht entweder senkrecht von

Tabelle 28.

Koleoptil- und Blattlänge je zweier unter gleichen Bedingungen gehaltener Haferkulturen, gemessen am fünften Tage nach dem Einpflanzen in Erde.

	Versuch 1		Versuch 2		Versuch 3		Versuch 4	
	Kultur: A	B	A	B	A	B	A	B
Anzahl der Keimlinge	38	43	42	40	48	47	38	39
Länge der Koleoptile, mm	90,2	90,9	81,6	82,4	83,4	84,5	84,2	83,3
Relative Längen, mm	100	100,8	100	101	100	101,3	100	99
Länge des ersten Blattes.	114,4	113,3					107,6	108,8

oben, oder in späteren Versuchen von der Seite auf die in diesem Falle rotierenden Haferkeimlinge einwirkte. Nach der Belichtung kamen die Pflanzen wieder in den Dunkelschrank; die Messung der emporgewachsenen Koleoptilen wurde erst 24 bis 48 Stunden später durch Anlegen an einen mit 0,5 mm Teilung versehenen Maßstab ausgeführt; die Länge des ersten Laubblattes wurde besonders notiert.

Daß die auf diese Weise erhaltenen Mittelwerte zuverlässig waren, mögen die in Tabelle 28 angegebenen Messungen be-

weisen. Sie stellen die Mittelwerte aller Koleoptillängen bei zwei unter genau gleichen Bedingungen und in Dunkelheit aufgezogenen Kulturen A und B dar. Die Differenzen betragen etwa 1 %; mit einem solchen Versuchsfehler war also stets zu rechnen.

A. Abhängigkeit der Koleoptillänge von der Lichtmenge.

Es wurden zunächst einige Versuche über die Wirkung verschiedener Lichtmengen auf die Endlänge ausgeführt. Die Lichtintensität betrug konstant 100 M.-K., und nur die Dauer der Einwirkung variierte zwischen Bruchteilen einer Sekunde und vier Stunden. Während der Belichtung waren die Keimlinge zur Erzielung gleichmäßiger Luftfeuchtigkeit von einem großen Becherglas bedeckt, daneben stand die Kontrollkultur unter einem Dunkelsturz. Nur bei längeren Lichtwirkungen trat eine nennenswerte Erwärmung unter beiden Gefäßen ein, die bei den verdunkelten Pflanzen stets wenige Zehntel Grad stärker war als bei den belichteten. Die Resultate dieser Versuche sind in Tabelle 29 zusammengestellt.

Tabelle 29.

Einfluß verschiedener Lichtmengen auf die Endlänge der Koleoptile. Lichtintensität in allen Versuchen 100 M.-K.; die Belichtung erfolgte senkrecht von oben; gemessen wurde am fünften Tage nach dem Einpflanzen.

1	2	3	4	5	6	7	8
	Belichtungszeit	Lichtmenge	Absolute Länge		Relative Länge		Differenz
			Belichtet	Dunkel	Belichtet	Dunkel	
	Sekunden	M.-K.-S.	mm	mm	mm	mm	
a	0,1	10	99,2	99,1	100,1	100	— 0,1
b	0,5	50	97,6	98,3	99,3	100	+ 0,7
c	1	100	96,3	98,2	98,1	100	+ 1,9
d	10	1 000	94,4	99,2	95,6	100	+ 4,4
e	150	15 000	87,4	96,0	91,0	100	+ 9,0
f	300	30 000	83,7	93,9	89,1	100	+ 10,9
g	600	60 000	82,9	93,4	88,7	100	+ 11,3
h	1 800	180 000	78,9	91,3	86,4	100	+ 13,6
i	10 800	1 080 000	72,0	89,5	80,4	100	+ 19,6
k	14 400	1 440 000	71,2	91,7	77,6	100	+ 22,4

Wir bemerken, daß mit zunehmender Lichtmenge die Länge der ausgewachsenen Koleoptile ständig abnimmt (Spalte 4). Da

sämtliche Versuche natürlich nicht unter absolut gleichen Bedingungen ausgeführt werden konnten, so zeigen auch die Dunkelkulturen einige Verschiedenheiten in ihrer mittleren Koleoptillänge, die im Idealfalle ja vollkommen übereinstimmen müßte (Spalte 5). Wir werden deshalb eine rechte Vorstellung von dem Maß der Verkürzung bei den einzelnen Lichtmengen erst bekommen, wenn wir alle Werte der belichteten Pflanzen auf einen bestimmten Wert der Dunkelkulturen, z. B. 100, umrechnen. Aus diesen Zahlen geht hervor, daß sich schon bei der sehr geringen Lichtmenge von 100 M.-K.-S. die Wirkung des Lichts auf die Endlänge deutlich bemerkbar macht. Ferner nimmt bei geringen Lichtmengen die Verkürzung verhältnismäßig viel stärker zu als bei längeren Belichtungen. Ein ganz entsprechendes Resultat fanden wir bei der Zunahme der Lichtintensität bei Dauerbeleuchtung (vgl. Tabelle 2, S. 199); auch dort war die Verkürzung bei niederen Intensitäten eine relativ stärkere als bei höheren[1]. Weiter ist aus diesen Versuchen nichts zu entnehmen, und die Zahlen der Spalte 5 in Tabelle 29 lassen vermuten, daß auch bei sehr exakter Versuchsanstellung geringe Verschiedenheiten zwischen den Resultaten der einzelnen Versuche immer werden bestehen bleiben, die eine vergleichende Betrachtung der erhaltenen Zahlen nur in gewissen Grenzen zulassen.

Dagegen zeigen die Tabelle 28 und die Versuche a und b der Tabelle 29, daß bei Keimlingen, die in genügender Anzahl unter möglichst gleichen Bedingungen kultiviert werden, sehr große Übereinstimmung in der Endlänge der Koleoptile herrscht. Diese Beobachtung bildete den Ausgangspunkt zu folgenden Untersuchungen.

[1]) Es wurde S. 250ff. gesagt, daß rotes Licht sich in seiner Wirkung auf die Wachstumsgeschwindigkeit genau ebenso verhält, wie weißes Licht von sehr geringer Intensität. Auch der Einfluß des roten Lichts auf die Endlänge der Koleoptile entspricht dem schwachen weißen Lichtes; das geht, abgesehen von vielen gelegentlichen Beobachtungen, aus folgendem Versuch mit Sicherheit hervor. Kultur A wurde während der ganzen Wachstumsdauer der Koleoptile (5 Tage) mit dem Licht der 20 cm entfernt stehenden roten Lampe (Innenbirne = 16 N.-K.) bestrahlt, Kultur B wurde dunkel gehalten. Die mittleren Endlängen der belichteten und der verdunkelten Koleoptilen verhielten sich dann wie 67,2 zu 81,4 mm. Dies Resultat entspricht ungefähr einer dauernden Belichtnng mit weißem Licht von 5 bis 10 M.-K. Intensität (vgl. Tabelle 2).

B. Wirkung gleicher Lichtmengen (Reizmengengesetz).

Zwei möglichst übereinstimmende Keimlingskulturen wurden wie bisher unter genau gleichen Bedingungen gehalten und zur gleichen Zeit mit der gleichen Lichtmenge belichtet. Diese wurde jedoch bei Kultur A durch längere Belichtung mit niederer Intensität (1,25 bis 25 M.-K.), bei Kultur B durch kurzdauernde Einwirkung höherer Intensitäten (5—1600 M.-K.) hervorgebracht. Aus den früheren Versuchen hatte sich ergeben, daß Beleuchtung auf den Wachstumsverlauf der Koleoptile eine typische Reizwirkung ausübt, zu deren späteren Erfolgen die mehr oder minder starke Verkürzung der Koleoptillänge gehört (vgl. S. 224 und 252). Bei den jetzt zu besprechenden Untersuchungen war die Reizmenge (Lichtmenge) in beiden Fällen die gleiche, und es sollte nun festgestellt werden, ob auch ihre Wirkung, die Verminderung der Koleoptillänge, von gleicher Stärke sein würde.

Die Belichtung der Kulturen wurde wie üblich am dritten Tage nach dem Einpflanzen, und zwar von der Seite, also bei Rotation auf dem Klinostaten, vorgenommen. Um möglichst gleiche Lichtmengen zu erzielen, verwendete ich zur Beleuchtung der beiden Kulturen A und B eines Versuchs mit ververschiedener Intensität meist die gleiche Metallfadenbirne; nur bei sehr großen Differenzen (Tabelle 30, Versuche k, l, m) dienten dazu zwei Birnen (5 und 100 N.-K.), deren Lichtstärke photometrisch bestimmt war. Da es praktisch unmöglich war, die Belichtungen genau zur gleichen Zeit vorzunehmen, so wurde die kürzere Exponierung der Kultur B (hohe Intensität) an den Anfang oder das Ende der längeren Exponierung der Kultur A (niedere Intensität) verlegt. Dauerte die letztere aber sehr lange (4 bis 8 Stunden), so erfolgte die meist sehr kurze stärkere Belichtung genau in ihrer Mitte. Um die durch die Rotation bedingten Unterschiede (Erschütterung, Transpirationsförderung) auszugleichen, wurde die kurz belichtete Kultur B im Dunkeln so lange weiter rotiert, als sich die Kultur A auf dem Klinostaten befunden hatten.

Es ergab sich, daß in der Tat gleiche Lichtmengen die gleiche Verkürzung der Koleoptile hervorbringen. Wie aus Tabelle 30, S. 257, hervorgeht, gilt das Reizmengengesetz selbst dann noch,

wenn sich die beiden Lichtintensitäten — und umgekehrt die Belichtungszeiten — wie 1 zu 1280 verhalten, denn die Differenzen zwischen den mittleren Koleoptillängen (Spalte 10) gehen nicht über die Größe der Versuchsfehler (Tabelle 28) hinaus.

Zusammenfassung.

Die Ergebnisse dieses Abschnitts können wir kurz folgendermaßen formulieren:

1. In Abschnitt II war gezeigt worden, daß plötzliche Belichtung zu einer Steigerung der Wachstumsgeschwindigkeit über das vorher im Dunkeln eingehaltene Maß führt.

Tabelle 30.

Gültigkeit des Reizmengengesetzes bei Einwirkung von Licht auf die Endlänge der Haferkoleoptile.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Versuchsnummer	Stärke der Lampe in N.-K.	Kultur A		Kultur B		Zur Einwirkung gelangte Lichtmenge	Mittlere Koleoptilenlänge		Differenz
		Intensität M.-K.	Dauer Stdn.	Intensität M.-K.	Dauer	M.-K. Stdn.	der Kultur A	der Kultur B	
a	5	1,25	2	5	$1/2^h$	2,5	93,6	94,1	— 0,5
b	5	1,25	4	20	$1/4^h$	5	82,7	83,0	— 0,3
c	5	1,25	4	80	3′45″	5	78,7	77,6	+ 1,1
d	16	4	4	64	$1/4^h$	16	83,0	82,1	+ 0,9
e	16	16	1	256	3′45″	16	81,8	82,0	— 0,2
f	100	25	2	100	$1/2^h$	50	80,4	80,0	+ 0,4
g	100	25	$2^2/_3$	400	$1/6^h$	66,6	71,3	70,9	+ 0,4
h	100	25	4	400	$1/4^h$	100	73,1	74,1	— 1,0
i	100	25	$4^1/_2$	1600	4′ 12″	112,5	72,2	73,3	— 1,1
Versuche mit 2 verschiedenen Lampen:									
k	5 u. 100	5	4	400	3′	20	72,8	72,2	+ 0,6
l	5 u. 100	1,25	$4^1/_2$	1600	12,5″	5,63	77,1	77,3	— 0,2
m	5 u. 100	1,25	8	1600	23″	10	76,1	77,0	— 0,9

Jetzt wurde untersucht, wie lange diese Förderung anhält, und zu diesem Zweck die Beobachtungen in halbstündigen Intervallen vorgenommen. Dabei zeigte sich, daß sie um so länger dauert, je niederer die Intensität des Lichtes ist. Beträgt die Lichtstärke 1000 M.-K. oder mehr, so tritt eine Förderung bei dieser Art der Beobachtung nicht mehr hervor.

Rotes Licht zeigt die Förderung ebenfalls und zwar für längere Zeit. Es verhält sich demnach in der Beziehung wie sehr schwaches weißes Licht.

Diese wachstumsbeschleunigende Wirkung des Lichts ist bisher ganz übersehen worden.

2. Auf die anfängliche Förderung folgt dann stets die bisher allein bekannte hemmende Wirkung des Lichts, die den Grund darstellt, warum die Koleoptile im Licht eine geringere Endlänge erreicht als in Dunkelheit. Diese Verkürzung der Koleoptillänge wird um so stärker je mehr Dauer und Intensität der Belichtung zunehmen.

3. Gleiche Lichtmengen bewirken die gleiche Verminderung der Koleoptillänge. Intensität und Dauer des Lichts können dabei sehr stark variieren, ohne daß sich an diesem Resultat etwas ändert (Reizmengengesetz).

IV. Abschnitt.

Einfluß periodischer Beleuchtung.

In der Literatur finden sich eine Menge Beobachtungen angeführt, aus denen hervorgeht, daß periodisch beleuchtete und verdunkelte Pflanzen am Licht stets einen geringeren Zuwachs zeigen als in Dunkelheit. Für den täglichen Lichtwechsel haben das nachgewiesen Sachs (1872), Prantl (1873), Strehl (1874), Kny (1902) und Iltis (1903). Künstlich herbeigeführten Wechsel von Licht und Dunkelheit in kürzeren Intervallen von 1 Stunde bis 10 Minuten untersuchten Reinke (1876), Vines (1878) und vor allem Stameroff (1897), der sich auch elektrischer Beleuchtung von gleichbleibender Intensität bediente.

Nach den im II. Abschnitt geschilderten Beobachtungen über den Einfluß plötzlicher Erhellung auf den Wachstumsverlauf der Koleoptile, war mit Sicherheit anzunehmen, daß wenigstens bei rascherem Wechsel und bei geringer Intensität der Beleuchtung und die Reizwirkung der immer wiederkehrenden Erhellung so stark hervortreten würde, daß eine solche Einstellung der Wachstumsgeschwindigkeit auf Licht und Dunkelheit nicht erfolgen kann. Um diese Vermutung auf ihre Richtig-

keit zu prüfen, wurde in den folgenden Versuchen die Wirkung intermittierender Beleuchtung von verschiedener Dauer auf das Wachstum der Koleoptile beobachtet. Die Untersuchungsmethode war im wesentlichen die gleiche, wie S. 243 f. genauer beschrieben. Während der eine Keimling dauernd verdunkelt blieb und eine Kontrolle für die nicht vom Licht bewirkten Veränderungen des Wachstums bildete[1], befand sich der andere unter dem wechselnden Einfluß von Licht und Dunkelheit, deren Dauer 15, 30 oder 60 Minten betrug. In den gleichen Zwischenräumen wurde die Zuwachsbewegung an den Mikrometerskalen abgelesen; da das Dunkelzimmer dann nur für kurze Zeit betreten wurde, so blieben Temperatur und Luftfeuchtigkeit sehr konstant. Die Lichtintensität war in der großen Mehrzahl der Versuche 100 M.-K.

Gleich die ersten Beobachtungen über die Wirkung einer viertelstündigen Periodizität ergaben in vier Versuchen übereinstimmend, daß eine Einstellung des Wachstumsverlaufs auf den Lichtwechsel nicht erfolgt (Tabellen 31 und 32, S. 260), selbst nach 22 Stunden langer Einwirkung[2] nicht (Tabelle 32), daß vielmehr von Anfang an die in den Lichtviertelstunden gemessene Verlängerung eine größere war als in den Dunkelviertelstunden. Besonders deutlich zeigen das die Mittelwerte aus sämtlichen in Licht und Dunkelheit festgestellten Zuwachsgrößen, die hier übersichtlich zusammengestellt sind.

[1]) Da die Änderungen des Wachstums in Licht und Dunkelheit bei der meist verwendeten Intensität von 100 M.-K. sehr stark hervortraten (vgl. die Tabellen), so wurde diese Kontrolle als überflüssig später weggelassen.

[2]) Um den Wechsel von Licht und Dunkelheit auf längere Zeit und besonders auch des Nachts wirken zu lassen, wurde folgender einfache aber sicher funktionierende Apparat konstruiert, der das Ein- und Ausschalten des Lichts automatisch besorgte. Eine starke Weckeruhr lag horizontal in der Mitte einer großen Glasschale, an deren Rand eine kreisförmige Vertiefung angebracht war. Zwei gegenüberliegende Quadranten dieser Rinne enthielten Quecksilber, das mit dem einen Pol der Stromleitung in Kontakt stand. Der andere Pol war mit dem Minutenzeiger der Uhr verbunden, an dem ein langer Platindraht angelötet war. Dieser gelangte durch die Zeigerbewegung in das Quecksilber und stellte damit den Stromschluß her. Nach 15 Minuten verließ er das Quecksilber und bewegte sich weitere 15 Minuten durch die freie Luft; darauf erfolgte Kontakt durch den anderen Quadranten usw. Für halbstündlichen Lichtwechsel wurde die eine Hälfte der Rinne mit Quecksilber gefüllt. Eine Genauigkeit bis auf etwa eine Minute wurde in beiden Fällen stets erreicht.

Tabelle:	*	*	32	31	*[1].
Lichtzuwachs:	332 μ	292	334	192	201
Dunkelzuwachs:	272 μ	276	254	168	189

Eine Erklärung dieses Verhaltens der Koleoptile kann nach dem, was wir im II. Abschnitt über die Erfolge plötzlicher

Tabellen 31 bis 35.

Einfluß des Lichtwechsels. Die unterstrichenen Werte im Dunkeln, die nicht unterstrichenen am Licht gewonnen.

	Tab. 31[2].	Tab. 32[3].	Tab. 33.	Tab. 34.	Tab. 35.
Wechsel:	1/4 stündl.	1/4 stündl.	1/2 stündl.	1/2 stündl.	stündlich
Lichtintens.:	100 M.-K.	100 M.-K.	100 M.-K.	5 M.-K.	100 M.-K.
	201	192	615	325	474
	201	184	415	350	224
	198	280	620	475	420
	193	226	420	495	243
	108	244	705	435	482
	233	212	510	560	355
	198	264	565	530	597
	243	228	1 1/2 Std. später	495	444
	105	262	590	340	588
	165	204	255	470	399
	162	225	480	370	558
	165	nach 4 1/2 Std. Pause:	300	350	414
	126	440	465	270	
	162	400	3 1/2 Std. später	220	
	168	340	360	290	
	177	252	230	355	
	141	384	385	290	
	195	304	245		
	177	420	315		
	162	280	240		
	150	420	275		
	195				
	195				
	210				
	222				
	195				
Mittl. Dunkelzuwachs . .	168,0	254,4	489	403	519
Mittl. Lichtzuwachs . . .	192,1	333,7	327	374	346,5
Verhältnis . .	100 : 114,3	100 : 130,8	100 : 66,8	—	100 : 66,6

Die Zuwachswerte sind in μ umgerechnet.

[1]) Die mit * bezeichneten Tabellen sind nicht einzeln mitgeteilt.

[2]) Länge des Keimlings 15 mm.

[3]) Der Keimling befand sich von seinem ersten Erscheinen über der Erdoberfläche an, seit 22 Stunden unter dem stetigen Wechsel von Licht und Dunkel.

Belichtung festgestellt haben, nicht mehr schwer fallen. Sie ergibt sich sofort aus Fig. 1, S. 208. Wir bemerken dort, daß während der viertelstündigen Belichtung mit 100 M.-K. keine merkliche Veränderung der Zuwachsgrößen eintritt. In der nächsten Viertelstunde sinkt die Wachstumsgeschwindigkeit dagegen ziemlich stark, und diese Zeit entspricht genau der ersten Verdunkelung bei viertelstündlichem Lichtwechsel (vgl. Tabelle 31, S. 260). Es kann hier also trotz Aufhörens der Belichtung eine Wachstumssteigerung noch nicht stattfinden, denn gerade jetzt kommt die erste Reizwirkung der plötzlichen Erhellung, die anfängliche Verminderung der Zuwachsgrößen, erst zur Geltung. Darauf folgt eine starke Wachstumsbeschleunigung (Fig. 1), die bei der in Rede stehenden Belichtungsweise mit der zweiten Lichtviertelstunde zusammenfällt, während sie selbst — das ist sehr zu beachten — nur eine Folge der ersten Erhellung darstellt. Im weiteren Verlauf des Lichtwechsels mögen sich durch das Ineinandergreifen der immer neu hervorgerufenen Reizreaktionen die Verhältnisse sehr komplizieren, doch findet, wie schon bemerkt, eine Einstellung der Zuwachskurve auf den Lichtwechsel auch nach 30stündiger Wirkung desselben nicht statt (Tabelle 32, S. 260).

Ganz anders fiel das Resultat bei halbstündiger Periodizität aus (vgl. Tabellen 33 bis 34, S. 260). Hier war die während der Belichtung eintretende Verlängerung stets geringer, als die im Dunkeln festgestellte, und die mittleren Dunkelzuwachse übertrafen die des Lichts wenigstens bei Verwendung von 100 M.-K. ganz erheblich[1]; das zeigt die folgende Zusammenstellung:

Tabelle:	33	*	*	*	34
Intensität:	100 M.-K.	100 M.-K.	16 M.-K.	5 M.-K.	5 M.-K.
Lichtzuwachs:	227 μ	483	537	422	374
Dunkelzuwachs:	489 μ	693	419	429	403

Auch diese Erscheinung findet leicht ihre Erklärung, wenn wir uns den Verlauf der auf plötzliche Erhellung eintretenden Reaktion noch einmal vergegenwärtigen. Wie aus den Kurven Fig. 1, 2, 4, 5 und den Tabellen 8 bis 11, Versuche 14 bis 22

[1]) Bei nur 5 M.-K.-Lichtstärke (Tabelle 34) folgten die Zuwachsgrößen nicht immer dem Lichtwechsel; die Mittelwerte zeigen jedoch auch hier das Überwiegen des Dunkelzuwachses.

und 29 bis 41 hervorgeht, verharrt die Wachstumsintensität nach Beginn der Beleuchtung fast genau eine halbe Stunde lang auf niederen Werten. In der folgenden Stunde, die also der ersten Verdunkelung bei halbstündiger Periodizität entspricht, findet dann die starke Wachstumssteigerung statt, die aber nicht von der Verdunkelung hervorgerufen wird, sondern ebenfalls eine Folge der Beleuchtung darstellt. Wenn demnach auch die vollkommene Einstellung der Zuwachsbewegung auf halbstündlichen Lichtwechsel geradezu eine Bestätigung der älteren Ansicht zu sein scheint, daß Beleuchtung die Wachstumsgeschwindigkeit nur verlangsamt, Verdunkelung sie nur beschleunigt, so beweist dagegen der Verlauf der Reaktion auf den Lichtbeginn mit Sicherheit, daß sowohl die Wachstumshemmung während der Beleuchtung als auch die Wachstumssteigerung während der Verdunkelung, beide als Wirkungen des Lichts, aufzufassen sind.

Durch die wiederholten Lichtreize werden auch hier die Verhältnisse in der Folge verwickelter werden; doch geht aus dem Versuch in Tabelle 33 hervor, daß selbst nach 24stündigem Bestehen des Lichtwechsels eine Verminderung des Wachstums während der Beleuchtung mit der größten Regelmäßigkeit stattfindet.

Endlich ist noch zu erwähnen, daß auch bei stündlicher Periodizität eine Einstellung des Wachstumsverlaufs auf die abwechselnde Belichtung und Verdunkelung glatt erfolgt (s. Tabelle 35, S. 260); die mittleren Zuwachsgrößen in Licht (100 M.-K.) und Dunkelheit waren dabei die folgenden:

Tabelle:	35	*
Lichtzuwachs:	346	509
Dunkelzuwachs:	519	635

Es mögen nun noch kurz die Ergebnisse der drei oben schon zitierten Arbeiten von Reinke (1876), Vines (1878) und Stameroff (1897) besprochen werden, weil diese Arbeiten im Gegensatz zu allen übrigen (s. S. 258) sich mit den Wirkungen eines künstlich herbeigeführten, relativ kurzen Beleuchtungswechsels befassen. Reinke stellte seine Beobachtungen an Hypokotylen von Helianthus an; seine Messungen ergaben, daß ein stündlicher Wechsel von Licht und Dunkelheit in der

Wachstumsgeschwindigkeit stets sehr deutlich zum Ausdruck kommt, dadurch, daß die Zuwachsgrößen im Licht hinter denen in Dunkelheit meist beträchtlich zurückstehen. Dagegen erfolgte eine solche Einstellung bei viertelstündigem Lichtwechsel nur in einem Versuche, während in einem anderen gerade umgekehrt die stärksten Verlängerungen meist am Licht eintraten (vgl. Reinke 1876, S. 141f.).

Der bedeutendste Mangel dieser und der folgenden Arbeit von Vines (1878) beruht darin, daß zur Belichtung Tageslicht von ganz unbestimmter und ständig wechselnder Intensität verwendet wurde. Vines fand, daß die Wachstumsgeschwindigkeit der Sporangienträger von Phycomyces während $^1/_2$ oder 1 stündiger Beleuchtungen, die sich in unregelmäßigen Abständen wiederholten, verlangsamt wird; daß aber in der darauffolgenden Verdunkelung die Zuwachsgrößen um fast den gleichen Betrag wieder zunehmen, wie es vor der Belichtung bei den im aufsteigenden Ast der großen Periode befindlichen Sporangienträgern der Fall war.

Wie Vines, so nahm auch Stameroff seine Messungen mittels des Mikroskops vor; doch ließ er elektrisches Bogenlicht von etwa 500 M.-K. Stärke auf seine Versuchspflanzen einwirken, und zwar betrugen die periodischen Belichtungen und Verdunkelungen je 10 bis 60 Minuten. Auf diese Weise stellte Stameroff fest, daß der Wachstumsverlauf von vegetativen Pilzhyphen und von Pollenschläuchen durch den Lichtwechsel nicht erkennbar beeinflußt wird, daß dagegen bei Sporangienträgern von Mucor sowie bei Wurzelhaaren von Marchantia die im Licht gemessenen Zuwachsgrößen stets geringer waren als die in Dunkelheit beobachteten.

Vergleichen wir nun die Untersuchungsmethode und die Ergebnisse dieser drei Autoren mit den hier geschilderten, so ist vor allem hervorzuheben, daß die Lichtintensität (Tageslicht oder 500 M.-K.) dort eine sehr viel höhere war als in meinen Versuchen; und wir sahen schon im II. Abschnitt, daß Stärke und Dauer der einzelnen Stadien der Reaktion im hohen Maße von der Intensität des Lichts abhängen. Ferner arbeiteten Vines und Stameroff mit einzelligen Pflanzen, in der Hauptsache mit Sporangienträgern von Pilzen, deren sehr viel höhere Empfindlich-

keit gegen Lichtreize, neuerdings auch durch die Beobachtungen Blaauws (1914) erwiesen wurde.

Mit Reinkes Beobachtungen an einer vielzelligen Pflanze (Helianthus) zeigen die meinen dagegen eine gewisse Übereinstimmung, besonders in bezug auf stündlichen Lichtwechsel, wenn auch Reinkes Erklärungsweise eine ganz andere war. Da er den wahren Grund für das Ausbleiben der Einstellung des Wachstums auf viertelstündige Periodizität nicht kannte, so gibt er z. B. als Erklärung dafür das Auftreten »spontaner Schwankungen« im Wachstumsverlauf an. Daß diese aber kaum vorhanden waren, geht daraus hervor, daß bei dem gleichen Keimling, als er nach wenigen Stunden in stündlichen Lichtwechsel gebracht wurde, das Wachstum ohne jede Störung dem Lichtwechsel folgte.

Zusammenfassung.

Wird die Koleoptile in regelmäßigen Intervallen von 15, 30 und 60 Minuten Dauer abwechselnd mit 100 oder weniger M.-K.-Intensität beleuchtet und wieder verdunkelt, so erfolgt eine Einstellung der Zuwachsbewegung auf den Lichtwechsel, das heißt ein Rascherwachsen im Dunkeln und Langsamerwachsen im Licht nur bei stündlichem und halbstündlichem Wechsel, nicht aber bei viertelstündlichem Wechsel der Beleuchtung. Die Ursache dieser Erscheinung fanden wir in dem Verlauf der Reaktion auf plötzliche Erhellung. Daraus ging auch hervor, daß die bei stündlichem und halbstündlichem Lichtwechsel während der Verdunkelung eintretende Wachstumssteigerung eine Folge der vorhergehenden Beleuchtung, nicht eine Wirkung der Dunkelheit ist.

Anhang.

Einfluß des Lichts auf das Wachstum des ersten Laubblattes von Avena.

Bei den Untersuchungen über den Einfluß des Lichts auf die Endlänge der Koleoptile (III, 2) wurde stets auch die Länge des ersten Laubblattes notiert und ihr mittlerer Wert berechnet. Es zeigte sich in der Mehrzahl der Fälle, daß trotz oft recht

großer Verschiedenheiten in der Koleoptillänge der belichteten und der nichtbelichteten Kultur, die Länge des Laubblattes eine überraschend übereinstimmende war. In Tabelle 36

Tabelle 36.
Gleichheit der Länge des ersten Laubblattes bei verschiedener Länge der Koleoptile.

1	2	3	4	5	6	7	8
Nummer	Länge des Laubblattes		Länge der Koleoptile		Längendifferenz		Verhältnis der Zahlen in Spalte 6 und 7
	Kultur A	Kultur B	Kultur A	Kultur B	des Blattes	der Koleoptile	
1	98,9	98,2	91,7	71,2	0,7	20,5	1 : 30
2	111,6	111,2	82,8	75,8	0,4	7,0	1 : 17,5
3	131,8	131,1	77,5	61,7	0,7	15,8	1 : 22,6
4	114,0	114,0	116,8	105,0	0,0	11,8	1 : ∞
5	101,4	101,7	85,4	78,4	— 0,3	7,0	1 : 23
6	136,9	137,0	86,3	78,9	— 0,1	7,4	1 : 74
7	119,4	118,7	98,1	95,7	0,7	2,4	1 : 3,4
8	126,8	126,3	85,6	80,5	0,5	5,1	1 : 12
9	148	146	108	92,1	2,0	15,9	1 : 8
10	114,0	114,7	116,8	106,3	— 0,7	10,5	1 : 15
11	115	117,9	80,9	68,6	— 2,9	12,3	1 : 4,2
12	136,9	136,5	86,3	72,0	0,4	14,3	1 : 36
13	102,1	102,0	78,5	64,4	0,1	14,1	1 : 141
14	81,1	80,0	78,3	70,9	1,1	7,4	1 : 6,7
15	89,9	89,5	81,4	66,3	0,4	15,1	1 : 38
16	94,9	94,7	78,4	75,6	0,2	2,8	1 : 14
17	101,8	101,6	87,7	83,0	0,2	4,7	1 : 24
18	148	146	108	94,8	2,0	13,2	1 : 6,6
19	118,4	117,9	72,5	68,6	0,5	3,9	1 : 7,8
20	115	118,4	80,9	72,5	— 3,4	8,4	1 : 2,5
21	81,1	82,9	78,3	71,3	— 1,9	7,0	1 : 3,7
22	101,8	102,0	78,1	64,4	— 0,2	13,7	1 : 68,5

sind eine Anzahl Messungen aus den oben angeführten und anderen Untersuchungen zusammengestellt. Besonders die Zahlen der Spalte 8 lassen deutlich den großen Unterschied in den Differenzen zwischen Blatt- und Koleoptillängen erkennen.

Diese Beobachtungen sprechen für eine weitgehende Unabhängigkeit des Blattwachstums vom Licht, denn das der belichteten Koleoptile zugehörige Laubblatt besaß zur Zeit der Messung ja ziemlich genau die gleiche Länge wie das der unbelichteten Keimlinge. Durch weitere Versuche über den Einfluß periodischer Beleuchtung (vgl. IV. Abschnitt) auf das Wachstum des Laubblattes wurde das bestätigt (vgl. Tabelle 37, S. 266). Der Keimling befand sich seit etwa 30 Stunden unter dauerndem

halbstündlichen Beleuchtungswechsel. Nach dieser Zeit etwa erfolgte der Durchbruch des Laubblattes durch die Koleoptile, und nun wurde mit der Beobachtung des Blattwachstums begonnen. Es ergibt sich aus den Zahlen der Tabelle 37, daß dieses durch den Lichtwechsel in keiner erkennbaren Weise beeinflußt wird, und auch die folgenden Mittelwerte aus sämtlichen Licht- und Dunkelzuwachsen sprechen für diese Annahme.

Tabelle:	37	*
Lichtzuwachs:	928	642
Dunkelzuwachs:	913	616

Tabelle 37.

Einfluß des halbstündlichen Lichtwechsels auf das Wachstum des ersten Laubblattes von Avena sativa, das bei Beginn der Beobachtung etwa 15 mm über die Koleoptilspitze hervorragte. Der Lichtwechsel ging dauernd weiter, auch in den Beobachtungspausen.

9^{25}—11^{55} a. m: 970 μ 965 915 1005 915. 2^{25}—7^{25}: 970 μ 935 895 915 915 900 870 855 850 920

Mittlerer Dunkelzuwachs: 912,5 Mittlerer Lichtzuwachs: 927,9 Verhältnis: 100 : 101,6

Im Gegensatz zur Koleoptile ist das erste Laubblatt also gegen Lichtreize recht unempfindlich, und zwar sowohl in bezug auf das Wachstum als auch in phototropischer Hinsicht. Diese so verschiedenen Eigenschaften der beiden ersten Blätter sind bei der Keimung von großer Bedeutung. Der Koleoptile, als dem Schutzorgan des eingeschlossenen jungen Sprosses, fällt es zu, die über dem Keimling lagernden Erdschichten zu durchbrechen, und dazu wird sie durch negativen Geotropismus und positiven Phototropismus, sowie durch ihre keilförmige Spitze und ihre ganze Gestalt aufs beste instand gesetzt. Sobald dies geschehen ist, hat sie ihre Funktion erfüllt und ihr Wachstum wird vom Licht sistiert. Da ist es nun sehr wesentlich, daß das erste Laubblatt bezüglich seines Längenwachstums nicht ebenso lichtempfindlich ist wie die Koleoptile, denn ihm fällt es zu, diese Schutzscheide zu durchbrechen und seine Spreite am Licht zu entfalten.

Bei allen in Tabelle 36 zusammengestellten Versuchen hatte das Licht zuerst die Koleoptilwand passieren müssen bevor es auf das darin eingeschlossene Laubblatt wirken konnte, es war

also in seiner Intensität wie in seiner Zusammensetzung verändert worden; und bei dem in Anschluß hieran geschilderten Beobachtungen über den Einfluß periodischer Beleuchtung (S. 266) war das Blatt bereits lange in der Koleoptile vorbelichtet und hatte diese selbsttätig durchbrochen. Um nun auch die Wirkung des Lichts direkt auf das junge, normalerweise noch in der Koleoptile eingeschlossene Blatt kennen zu lernen, wurde bei einer Anzahl von Keimlingen die Koleoptile bei einer Länge von 3 bis 4 cm etwa 20 mm unterhalb der Spitze mit einem dazu besonders hergerichteten Messer ungefähr 0,5 mm tief ringförmig eingeschnitten, und durch vorsichtiges Drehen und Biegen das obere Koleoptilende von dem ganz unverletzten Laubblatt abgezogen. Auf diese Weise war das Blatt von der umschließenden Koleoptile und ihrem Einfluß auf das Wachstum befreit; die so präparierten und eine gleiche Anzahl unverletzter Keimlinge wurden nun zu je ein Drittel verdunkelt und mit 100 M.-K. 30 und 180 Minuten lang belichtet; gemessen wurde erst nach drei Tagen. Das Resultat dieses Versuchs gibt Tabelle 38 wieder.

Tabelle 38.

1	2	3	4
Belichtet mit 100 M.-K.	Normale Keimlinge		Präparierte Keimlinge
	Länge der Koleoptile	Länge des Blattes	Länge des Laubblattes
A gar nicht	86,3	127,4	136,9
B 30 Minuten	78,9	125,0	137,0
C 180 Minuten	72,0	123,3	136,5

Aus einem Vergleich der Zahlen in Spalte 3 und 4 geht hervor, daß das Blatt im Wachstum durch die Koleoptile gehemmt wird, denn bei vorzeitiger Entfernung der Koleoptile war die Blattlänge eine größere (Spalte 4) als die in der gleichen Zeit erreichte Blattlänge normaler Keimlinge (Spalte 3). Ferner sprechen die bis auf wenige Zehntel übereinstimmenden Zahlen in Spalte 4 mit Sicherheit für eine Unabhängigkeit des Blattwachstums von geringeren Lichtmengen. Daß aber bei starken und langen Belichtungen ein Einfluß auf das Wachstum wohl zu bemerken ist, beweist folgender Versuch. Von drei 5 Tage

alten gleichen Keimlingskulturen wurde A dunkel gehalten, B 30 Minuten und C 7 Stunden dem Tageslicht ausgesetzt. Das Blatt ragte zu dieser Zeit 4 bis 6 cm über die Koleoptile hervor. Nach weiteren drei Tagen betrug die mittlere Blattlänge bei:

A (dunkel)	275 mm
B (30 Min. bel.) . .	257 mm
C (7 Std. bel.) . . .	229 mm

Wie sich das zweite Laubblatt gegen Lichtwirkungen verhalten würde, konnte nicht untersucht werden, da dieses Blatt sich bei etiolierten Pflanzen erst sehr spät und sehr unregelmäßig entwickelt.

Es soll nun noch kurz der Einfluß einer Verdunkelung der Koleoptilspitze durch aufgesetzte Staniolkäppchen auf den Durchbruch des ersten Laubblattes erwähnt werden, und über diesen selbst möchte ich noch einige Beobachtungen mitteilen, die auch Rothert (1896) in seiner so ausführlichen Arbeit nicht erwähnt. Anfangs bleibt das Wachstum des Blattes oft weit hinter dem der Koleoptile zurück, was man daran erkennt, daß deren oberer Hohlraum noch nicht durch das eingeschlossene Blatt ausgefüllt wird (Rothert 1896, S. 27). Gegen Ende des Koleoptilwachstums ist dies in normalen Fällen jedoch stets der Fall, und kurz vor Durchbruch des Laubblattes hat sich dessen Spitze auf eine Strecke von 4 bis 6 mm zickzackförmig in enge Falten gelegt und übt einen solchen Druck auf die Wand der Koleoptilspitze aus, daß diese aufs äußerste gespannt erscheint und den Falten des Blattes entsprechende papillenartige Vorwölbungen zeigt. Besonders deutlich ist das an belichteten Keimlingen zu sehen, und es genügt hier im rechten Augenblick ein ganz geringer Druck, um das Platzen der Koleoptilwand zu veranlassen. Sofort dringt nun die komprimierte Blattspreite aus der Öffnung und ragt nach vollendeter Gradstreckung 3 bis 5 mm über sie hinaus. An etiolierten Pflanzen ist diese Erscheinung weniger ausgeprägt; die Blattspitze wird auch hier in Falten gelegt, doch nur auf eine Strecke von 2 bis 3 mm.

Es wurde nun die äußerste Spitze der Koleoptile während der am dritten Tage vorgenommenen Belichtung durch aufgesetzte 3 bis 4 mm lange Staniolkäppchen verdunkelt. Die Wirkung dieser Spitzenverdunkelung ist aus den Zahlen der Ta-

belle 39 zu ersehen; eine Beeinflussung des Wachstums hat nicht stattgefunden (Spalte a), wohl aber haben bei den mit Käppchen versehenen Keimlingen viel weniger Blätter die Spitze der Koleoptile durchbrochen als bei den ganz belichteten (41 gegen 84%). Da die Käppchen sofort nach der Belichtung vorsichtig wieder abgenommen wurden, der Durchbruch des Blattes aber erst etwa 20 Stunden später erfolgte, so kann

Tabelle 39.
Einfluß der Spitzenverdunklung auf den Durchbruch des Blattes durch die Koleoptilspitze.

		Kultur A ganz belichtet	Kultur B Spitze verdunkelt	Kultur C ganz dunkel
a	Länge der Koleoptile	59,6	58,7	62,2
b	Anzahl	32	29	38
c	Länge des Blattes	67,1	68,0	74,2
d	Anzahl	27	12	11
e	Blattanzahl in % der Koleoptilenanzahl .	84	41	29

ein mechanischer Druck auf die Spitze kaum die Ursache dieser Erscheinung sein.

In kurzer Zusammenfassung hat sich also folgendes ergeben:

1. Licht von nicht zu hoher Intensität beeinflußt das Wachstum des jungen ersten Laubblattes nicht, auch wenn die Koleoptile künstlich entfernt wird.

2. Das eingeschlossene Blatt wird durch die Koleoptile im Längenwachstum gehemmt; der Durchbruch erfolgt durch Sprengen der Koleoptilwand an der Spitze.

3. Verdunkelung der Koleoptilspitze während der Belichtung durch kleine Staniolkäppchen verzögert den Durchbruch des Blattes im Vergleich zu ganz beleuchteten Keimlingen.

Allgemeine Zusammenfassung.

Unter Hinweis auf die am Schluß eines jeden Abschnitts gegebenen Zusammenfassungen (vgl. S. 204, 237, 257 und 264) sei das Gesamtresultat dieser Untersuchungen ganz kurz folgendermaßen formuliert:

Wird die im Dunkeln wachsende Koleoptile von Avena sativa plötzlich beleuchtet, so erfolgt einige Zeit nach Beginn der

Lichtwirkung eine Verminderung der Wachstumsgeschwindigkeit, die rasch in eine meist sehr viel stärkere und länger anhaltende Wachstumssteigerung übergeht.

Die Dauer dieser Förderung des Wachstums durch das Licht nimmt mit wirkender Lichtintensität ständig zu.

Erst wenn sie vorüber ist, tritt die bekannte Wachstumshemmung ein, der es zuzuschreiben ist, daß belichtete Koleoptilen um so kürzer bleiben, je größer die angewendete Lichtmenge war.

Straßburg i. E., Juni 1914.

Botanisches Institut.

Literatur.

Blaauw (1909), Rec. trav. bot. néerl. **5**, 209.
— (1914), Koninklijke Akad. v. Wetensch. te Amsterdam. Proceedings of the Meeting of Januari 31. Vol. XVI.
Bonnier (1895), Rev. gén. bot. **7**, 241.
Darwin, F. (1880), Arb. d. bot. Inst. Würzburg. II, 521.
Fitting, H. (1907), Jahrb. wiss. Bot. **45**, 83.
Fröschel (1908. 1909), Sitzungsberichte Wiener Akad. **117** (I). 235; **118** (I). 1247.
Godlewski (1890), Anzeiger d. Akad. d. Wiss. Krakau. 169.
Gräntz (1898), Einfl. d. Lichtes auf d. Entw. einiger Pilze. Leipzig. Diss.
Iltis (1903), Ber. bot. Ges. **21**, 508.
Jakobi, H. (1911), Sitzungsberichte Wiener Akad. **120** (I), 1001.
Jost (1913), Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. III. Aufl.
Kny (1902), Jahrb. wiss. Bot. **38**, 421.
Lehmann (1912), Zeitschr. f. Bot. **4**, 465.
Müller-Thurgau, H. (1876), Flora. **59**, 65.
Pfeffer (1904), Pflanzenphysiologie. 2. Bd., 2. Aufl.
Prantl (1873), Arb. aus d. bot. Inst. Würzburg. **1**, 371.
Reinke (1876), Bot. Ztg. **34**, 143.
Rothert (1896), Cohns Beitr. z. Biol. **7**.
Sachs (1872), Arb. Würzburg. **1**, 99.
Stameroff (1897), Flora. **83**, 135.
Stebler (1878), Jahrb. wiss. Bot. **11**, 47.
Strehl (1874), Längenwachstum d. Wurzel u. d. hypokot. Gliedes. Leipzig. Diss.
Vines (1878), Arb. aus d. bot. Inst. Würzburg. **2**, 114.
Vogt (1914), Ber. bot. Ges. **32**, 173.
Wiesner (1878. 1880), Die heliotrop. Ersch. im Pflanzenreich. Denkschr. d. k. k. Akad. Wien. 39, 43.

Besprechungen.

Nitzschke, J., Beiträge zur Phylogenie der Monokotylen, gegründet auf die Embryosackentwicklung apokarper Nymphaeaceen und Helobien.

(Diss. Halle.) Beitr. z. Biol. d. Pflanzen. 1914. **12,** 223—267. 26 Textfig.

Für die Ableitung der Monokotyledonen von den Polycarpicae unter den Dikotyledonen sprechen außer anatomischen Merkmalen der vegetativen Organe bekanntlich auch zahlreiche Übereinstimmungen in Bau und Entwicklung der Blüte, speziell die Anordnung der Blütenorgane, die Ausbildung und innere Beschaffenheit der Fruchtblätter, Zahl und Stellung der Samenanlagen, die Entwicklungsverhältnisse der Embryonen und gewisse Tatsachen der Samenkeimung. Verf. hat nun die Aufgabe übernommen, durch direkten Vergleich der Entwicklungsgeschichte des Embryosackes der niedrigsten Monokotylen und der in Frage kommenden Dikotylen zu versuchen, weitere Tatsachen zur Lösung des viel umstrittenen Problems beizubringen.

Unter den Polycarpicae wurden die Nymphaeaceen und zwar speziell die durch ihre apokarpen Gynäceen als ursprünglich ausgewiesenen Cabombeen Cabomba caroliniana und aquatica, und Brasenia purpurea zur Untersuchung ausgewählt. Als Vertreter der unter den Monokotyledonen vermutlich auf niedrigster Stufe stehenden Helobiae wurde besonders eingehend Limnocharis emarginata untersucht, die mit ihren vielen freien, griffellosen und dicht zusammengedrängten Karpellen wohl den am tiefsten stehenden Typus repräsentiert, ferner Butomus umbellatus mit bereits fixierter Karpellzahl, und als Vertreter der Alismataceen Alisma Plantago, und Echinodorus.

Die festgestellten und beschriebenen Entwicklungsvorgänge lieferten dem Verf. die notwendigen Unterlagen für eine instruktive Nebeneinanderstellung der homologen Vorgänge aus dem gesamten Entwicklungsverlauf dieser Pflanzen. Von den besprochenen Übereinstimmungen

und Ähnlichkeiten seien genannt: gleiche oder ähnliche Anheftung der Samenanlagen, die Anatropie derselben, Zahl und Bau der Integumente, die Lage der Archesporzelle, sowie die Ausbildung von Schichtzellen. Bei allen untersuchten Formen treten gelegentlich mehrere Archespore auf. Die Reduktionsteilung erfolgt bei den untersuchten Nymphaeaceen wie bei den Helobiae stets in der Embryosackzelle. Ihr Verlauf ist verschieden, doch zeigen bei allen untersuchten Pflanzen die Makrosporen häufig T-förmige Anordnung. In der Regel wird die unterste Zelle der Tetrade zum Embryosacke, dessen Entwicklung nach dem allgemeinen Typus der Angiospermen vor sich geht. Übereinstimmung herrscht schließlich auch darin, daß bei allen beschriebenen Gruppen die Antipoden schwach entwickelt, bei den einen als kleine Zellen, bei anderen dagegen bloß als freie Kerne auftreten.

Von verschiedenen Seiten ist der Anschluß der Monokotylen bei den Ranunculaceen gesucht worden. Eine Vergleichung der Embryosackentwicklung der Ranunculaceen, über welche in der Literatur reichliche Daten vorhanden sind, mit derjenigen der Monokotylen einerseits, derjenigen von Monokotylen und Nymphaeaceen andererseits, ergibt nach der Zusammenstellung des Verf., daß die Übereinstimmungen zwischen Monokotyledonen und Nymphaeaceen bei weitem größer und charakteristischer sind als diejenigen zwischen Ranunculaceen und Monokotyledonen. Man wird dem Verf. beipflichten, daß unsere gegenwärtige Kenntnis vom Embryosack und seinen Teilen, seiner phylogenetischen Entwicklung und seinen Homologien zu wenig umfassend ist, um eine endgültige Lösung der Frage nach dem Ursprung der Monokotyledonen auf Grund der Entwicklungsgeschichte ihres Embryosacks möglich zu machen. Gewiß ist mit der vorliegenden Untersuchung noch lange nicht das letzte Wort zur Phylogenie der Monokotyledonen gesprochen worden, aber sie hat zum mindesten doch gezeigt, daß die entwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse der Samenanlagen und des Embryosacks eher für als gegen die Annahme verwandtschaftlicher Verhältnisse zwischen Nymphaeaceen und Helobiae sprechen.

A. Ernst.

Allister, F. Mc., The development of the embryosac in the Convallariaceae.

Bot. Gaz. 1914. **58**, 137—153. 2 Taf.

Die Arbeit schließt an die 1909 veröffentlichte Untersuchung des Verf. über Smilacina stellata an (s. Ref. Bd. II, S. 127 dieser Zeitschrift) und bringt die Resultate einer Ausdehnung der Untersuchung

über andere Arten derselben und nächst verwandter Gattungen. Aus der Literaturübersicht und den neu untersuchten Beispielen geht hervor, daß innerhalb der Convallariaceae (Asparagoideae nach Engler-Prantl) eine ungewöhnliche Mannigfaltigkeit der Beziehungen zwischen Tetradenteilung und Embryosackentwicklung existiert. Von den durch den Verf. untersuchten Vertretern der Gruppe bildet Polygonatum commutatum seinen Embryosack unter Verwendung eines einzigen der bei der Tetradenteilung entstehenden vier Reduktionskerne, bei Smilacina racemosa, S. amplexicaulis und Streptopus roseus haben zwei, und bei Smilacina stellata, S. sessifolia, Maianthemum canadense und Medeola virginica alle vier dieser Kerne an der Bildung des einen Embryosackes Anteil.

Bei allen Vertretern dieser Gruppe, bei welchen mehr als ein Reduktionskern an der Entstehung des Embryosackes Anteil hat, sind diese Kerne zuerst mehr oder weniger vollständig, in einzelnen Fällen durch gespaltene, in anderen durch ungespaltene Zellplatten voneinander getrennt. Eine Auflösung dieser vergänglichen Bildungen leitet die Weiterentwicklung ein, in deren Verlauf die zur Bildung des achtkernigen Sackes noch notwendigen 1 bis 2 weiteren Teilungen ganz dem gewöhnlichen Typus des Angiospermenembryosackes entsprechend stattfinden.

Verf. steht in der Deutung seiner Befunde völlig auf dem Boden seiner Ausführungen von 1909. Die an der Embryosackbildung Anteil nehmenden Tetradenzellen sind als Megasporen und die aus der Tetradenteilung hervorgehenden Reduktionskerne, ob sie nun vorübergehend durch Wände voneinander getrennt sind oder nicht, als Megasporenkerne zu deuten. Wichtiger aber ist, wie Ref. schon 1909 ausführte, für das Verständnis der Beziehungen zwischen Tetradenteilung und Embryosackentwicklung, daß diese Kerne in der Folge nicht besondere und parallel verlaufende Entwicklungsvorgänge einleiten, sondern sich genau wie Embryosackkerne verhalten, die nach dem ersten oder zweiten Teilungsschritt aus einem Makrosporenkerne hervorgegangen sind und auch die Zellbildung im achtkernigen Sacke völlig unabhängig davon ist, ob an dessen Bildung ein, zwei oder selbst vier Megasporenkerne Anteil gehabt haben. A. Ernst.

Martin, J. N., Comparative morphology of some Leguminosae.

Bot. Gaz. 1914. **58,** 154—167. 4 Tafeln.

Von einer Untersuchung der Embryosack-, Embryo- und Endosperm-

bildung von Leguminosen wie der vom Verf. ausgewählten Trifolium pratense, T. hybridum, T. repens, Medicago sativa und Vicia americana sind in Anbetracht der zahlreichen seit Schleiden bis Guignard an Vertretern der verschiedensten Verwandtschaftskreise der großen Familie vorgenommenen Untersuchungen keine überraschenden Resultate mehr zu erwarten. Da zur Zeit der eingehenden vergleichend-embryologischen Bearbeitung der Leguminosen durch Guignard die Homologien zwischen Mikro- und Makrosporangien noch nicht festgestellt waren, hat Verf. das Hauptgewicht seiner Untersuchung auf die Ausbildung des Archesporiums und den Verlauf der Tetradenteilung gerichtet. Als gemeinschaftliche Merkmale der untersuchten Pflanzen wurden außer dem campylotropen Bau der Samenanlagen, der Ausbildung von zwei Integumenten, ein vielzelliges Archespor, Teilung der Mutterzelle in eine Reihe von vier Makrosporen, ferner eine auffallend rasche Auflösung des Nuzellusgewebes durch den Embryosack und kurze Lebensdauer der Antipoden festgestellt. Im übrigen verlaufen Befruchtung und Ausbildung des Endosperms völlig normal; auch die Embryonen schließen sich ohne weiteres den schon von Guignard beschriebenen verschiedenen Typen in der Ausgestaltung des Proembryos und der späteren Differenzierung in Suspensor und Embryokörper an. A. Ernst.

Schwarze, C., Vergleichende entwicklungsgeschichtliche und histologische Untersuchungen reduzierter Staubblätter.

(Diss. Tübingen 1910.) Jahrb. f. wiss. Bot. 1914. **54**, 189—242. 14 Textfig., 4 Taf.

In den zahlreichen Untersuchungen, welche die Unterdrückung einzelner Glieder und die Staminodiumbildung im Andröceum der Angiospermen behandeln, ist der anatomische Bau der Staminodien und die Feststellung ihrer Entwicklung in histologischer Hinsicht nur wenig berücksichtigt worden. Verf. hat daher die Aufgabe übernommen, festzustellen, welche Gewebearten der Antheren und Filamente in den Staminodien noch zur Ausbildung kommen und in welchem Grade diese Teile noch ihre ursprünglichen Eigenschaften und Funktionen besitzen.

Die zur Untersuchung ausgewählten Pflanzen ermöglichten recht verschiedene Formen von Staminodien zur Vergleichung heranzuziehen. Es wurden nämlich untersucht: Salpiglossis sinuata Ruiz. et Pav., Schizanthus pinnatus Ruiz. et Pav., Catalpa bignonioides Walt., Gratiola officinalis L., Linaria cymbalaria L., Antirrhinum majus L. und A. maurandioides A. Gray, Maurandia erubescens

A. Gray, Haberlea rhodopensis Friv. und Melandrium album Garcke. Es würde zu weit führen, die für die einzelnen Pflanzen erhaltenen Resultate aufführen oder eingehend vergleichen zu wollen. Einige allgemeine Angaben über die Untersuchungsergebnisse müssen genügen.

In entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht konnte durchweg festgestellt werden, daß die Rückbildung einzelner Glieder des Andröceums schon in der ersten Anlage auf dem Blütenboden kenntlich wird. Der Grundriß des Primordiums eines zukünftigen Rudimentes ist stets kleiner als derjenige eines sich normal entwickelnden Stamens. In der Folge erreicht die Anthere des reduzierten Organes um so vollständiger ihre normale Größe, Gestalt und Ausbildung, je mehr dessen Gewebehügel in der ersten Anlage der jungen Knospe demjenigen der fertilen Staubblätter gleichkommt. Die verschiedenen Grade der Rückbildung selbst äußern sich außer in einer fortgesetzten Größenabnahme der Organanlagen auch durch stufenweises Ausbleiben der Zellteilungen in den Primordien bis schließlich auch die erste Anlage des Staubblattes in Gestalt eines winzigen Höckers auf dem Blütenboden unterbleibt.

Die Vergleichung des histologischen Baues der entwickelten Staminodien stellte fest, daß zuerst der wichtigste Teil der Antheren, die Anlage des Archespors unterdrückt wird, dagegen die zur Öffnung dienenden Elemente, wie Sutur, Auflösungszellen, Endothecium sich selbst in stark reduzierten Organen noch vorfinden. Von spezielleren Daten sei etwa erwähnt, daß die Epidermis der Staminodien in Ausbildung und Größe ihrer Zellen derjenigen der normalen Organe etwa gleichkommt. Aus der subepidermalen Zellreihe des Staminodiums gehen im Gegensatz zu den normalen Antheren weder Archespor noch Tapetum, sondern nur Schichtzellen hervor, wobei der übliche Unterschied zwischen persistenten und transitorischen Schichten nur unvollkommen oder überhaupt nicht mehr hervortritt. Mit der Archesporentwicklung bleibt auch die Weiterentwicklung einer subepidermalen Schicht zum Tapetum und die Ausbildung des auf der Innenseite des Archespors gelegenen Teils des Tapetums aus Elementen der Scheidewand aus. In seinen Feststellungen über die Ursachen der Rückbildung kommt Verf. nicht wesentlich über die Ergebnisse früherer Autoren hinaus. Seine Beobachtungen bestätigen insbesondere die Angaben Vöchtings, daß eine Druckwirkung nicht als Ursache der Rückbildung in Frage kommen kann. In den Knospen aller untersuchten Arten konnte von der ersten Anlage der Staubblätter an bis zu dem wichtigen Zeitpunkt der Archesporbildung in den fertilen Antheren niemals ein Druck oder eine Pressung des Staminodiums mit

den benachbarten Organen festgestellt werden. Verf. kommt daher zum Schluß, daß die Staminodienbildung durch noch völlig unbekannte im Plasma liegende Ursachen bewirkt werde. A. Ernst.

Tournois, J., Études sur la sexualité du houblon.

Ann. Sc. nat. Bot. 1914. 9e série. **19**, 49—191. 23 Textfig., 5 Taf.

Die vorliegende Arbeit gibt auf Grund mehrjähriger eigener Untersuchungen und der reichen einschlägigen Literatur eine ausführliche Darstellung der gesamten Fortpflanzungsprobleme bei Humulus Lupulus und H. japonica. Im ersten Teil der Arbeit, der sich mit der Blütezeit, der Verteilung der Geschlechter und dem Bau der Blüten und Sexualorgane beschäftigt, verdienen besondere Erwähnung die interessanten Angaben über das unter dem Einfluß abgekürzter Belichtung hervorgerufene vorzeitige Blühen und die bei beiden Arten relativ häufige Monöcie. In monöcischen Blütenständen von Humulus Lupulus sind selten beiderlei Blüten fertil, die Diöcie bleibt durch den Abort der männlichen Blüten weiblicher Stöcke und der weiblichen Blüten auf männlichen Stöcken in der Hauptsache erhalten. Bei H. japonicus treten spontan einzelne monöcische Stöcke auf, andererseits sollen unter äußeren Bedingungen, welche eine Verminderung der Transpiration und die Herabsetzung des osmotischen Druckes zur Folge haben, männliche Pflanzen vorzeitig monöcische, oder auch fast ganz weibliche Blütenstände erzeugen.

Im zweiten Teil der Arbeit werden die Fragen nach Befruchtung oder Parthenogenesis, der Embryo- und Samenbildung behandelt. Während verschiedene frühere Autoren die Ansicht vertreten haben, daß an weiblichen Pflanzen von Humulus gelegentlich parthenogenetische Samenbildung erfolge, haben die zahlreichen Versuche des Verf. gezeigt, daß durch sorgfältige Isolierung der weiblichen Blütenstände die Samenbildung völlig ausgeschlossen wird. Unterbleibt die Bestäubung, so erfolgt weder eine Entwicklung der Eizelle, noch Endospermbildung.

Eine Revision der embryologisch-cytologischen Verhältnisse von Humulus ist außer von Tournois vergangenes Jahr auch von Winge publiziert worden (Ref. s. S. 136 dieses Bandes). In den wichtigsten Angaben stimmen die beiden Arbeiten überein, einzelnes ist bei Winge genauer dargestellt. Es erübrigt sich daher, auf diese Verhältnisse hier nochmals zurückzukommen.

Eingehender als Winge behandelt Tournois dagegen die Bastardfrage bei Humulus. Während Winge die reziproken Kreuzungen von

H. Lupulus und japonicus vornahm, hat Tournois Bestäubungsversuche an weiblichen Blüten von Humulus Lupulus mit Pollen von Humulus japonicus und Cannabis sativa ausgeführt. Wie Winge hat auch Tournois bei seinen Kreuzungen keine keimfähigen Samen erhalten.

Bei Bestäubung von H. Lupulus mit Pollen von H. japonicus oder Cannabis konnte Verf. eine unter dem Einfluß des fremden Pollens erfolgende Weiterentwicklung der Samenanlagen feststellen. Diese führte zur Bildung kleiner, tauber Samen, die entweder völlig leer waren oder nur unregelmäßig entwickelte oder frühzeitig geschrumpfte Embryonen enthielten. Bei beiden Kreuzungen konnte normale Keimung des Pollens auf der Narbe und Wachstum der Pollenschläuche bis zum Embryosacke festgestellt werden. Eigentliche Befruchtungsstadien wurden weder nach der einen noch der anderen Kreuzungsbestäubung wahrgenommen. Aus den Verschiedenheiten der nachfolgenden Entwicklungsstadien glaubt Verf. aber schließen zu dürfen, daß die notwendigen Kernverschmelzungen bei Kreuzung mit H. japonicus fast allgemein, bei Kreuzung mit Cannabis dagegen wohl nur ausnahmsweise eintreten, ausbleibendenfalls aber eine gewisse Weiterentwicklung der Samenanlage auch schon durch den bloßen Kontakt des Pollenschlauches mit der Eizelle ausgelöst werden könnte.

In einem dritten Teil der Arbeit, der die Fruchtzapfen von Humulus Lupulus behandelt, wird u. a. auch ein fördernder Einfluß der Bestäubung und Befruchtung auf die Entwicklung der Fruchtstände festgestellt. Die aus der stärkeren Entwicklung der Brakteen resultierende Gewichtsvermehrung, die damit verbundenen Vorteile und Nachteile hinsichtlich der technischen Verwertung der Zapfen werden gegeneinander abgewogen, und schließlich festgestellt, daß die bisherige Praxis der möglichsten Ausschließung männlicher Pflanzen sich unter den meisten Kulturbedingungen am zweckmäßigsten erweist.

A. Ernst.

Renner, O., Befruchtung und Embryobildung bei Oenothera Lamarckiana und einigen verwandten Arten.

Flora, 1914. **107,** 115—150. 15 Textfig., 2 Taf.

Nach den 1911 von de Vries ermittelten Vererbungsverhältnissen vermutete Goldschmidt, daß bei den Kreuzungen zwischen Oenothera biennis und muricata sich in den Eizellen der mütterlichen Pflanzen nur der bei der Befruchtung aufgenommene Spermakern entwickle, während der Eikern selbst zugrunde gehe. Die von ihm vor-

genommene cytologische Untersuchung der Kreuzung Oenothera biennis ♀ × Oenothera muricata ♂ schien die Richtigkeit dieser Vermutung zu bestätigen, besonders insofern, als die Kerne des jungen Bastardembryos die haploide Chromosomenzahl 7 und nicht die diploide Zahl 14 zeigen sollten. Es stellte sich dieses Ergebnis in Gegensatz zu den Befunden Strasburgers, der 1909 für den ebenfalls streng patroklinen Bastard Fragaria virginiana × elatior normale Befruchtung und nicht Merogonie festgestellt hat.

Die Goldschmidt selber erwünschte Nachuntersuchung Renners ist zu einem wichtigen Beitrag zur Kenntnis der cytologischen Vorgänge bei Artkreuzungen ausgewachsen, da Verf., der schon 1912 auf Veranlassung von Goldschmidt, die das Material zu dessen Untersuchungen liefernden Kreuzungen und Fixierungen vorgenommen hatte, sich nicht auf die Untersuchung der einen Kreuzung beschränkte, sondern auch die entsprechenden Verhältnisse beim reziproken Bastard O. muricata ♀ × biennis ♂, sowie bei den Kreuzungen zwischen O. Lamarckiana einerseits und O. biennis und muricata andererseits studierte.

Die somatische Chromosomenzahl wurde in verschiedenen Geweben der verwendeten Arten und ebenso des Bastardes O. biennis × muricata zu 14 festgestellt. Durch sorgfältige Untersuchungen wurde die Gestaltung des Embryosackinhaltes der Oenotheren vor und nach der Befruchtung bestimmt und so die notwendige Grundlage für das eingehende Studium der Embryobildung bei den genannten Kreuzungen geschaffen.

Für die Kreuzung O. biennis × muricata konnte festgestellt werden, daß die Befruchtung, entgegen der Angabe Goldschmidts, völlig normal verläuft. Das frisch befruchtete Ei enthält einen einzigen Kern mit zwei Nucleolen, der zweifellos durch Verschmelzung des Eikernes mit dem Spermakern entstanden ist. Im Verlaufe des ersten wie des zweiten Teilungschrittes, sodann in den Geweben älterer Embryonen wurden zu wiederholten Malen 14 Chromosomen, also die diploide Anzahl, gefunden. Die mitgeteilten Chromosomenzahlen dürfen Anspruch auf absolute Zuverlässigkeit machen, sind doch die Zählungen des Verf. durch V. Grégoire, der auf das Ansuchen Goldschmidts die wichtigsten Präparate Renners sorgfältig durchstudierte, durchaus bestätigt worden.

Auch bei den anderen untersuchten Artkreuzungen ließ sich stets normale Doppelbefruchtung und sodann in Embryo und Endosperm (es sei daran erinnert, daß bei Oenothera das Endosperm aus der Verschmelzung des oberen Polkerns und des Spermakerns hervorgeht) die diploide Chromosomenzahl 14 nachweisen. Wichtige Unterschiede

ergaben sich aber im weiteren Entwicklungsgange der Samen. Die Kreuzungen O. biennis $\times$ muricata und O. biennis $\times$ Lamarckiana lieferten lauter gesunde Samen. Bei der Kreuzung O. muricata-Venedig $\times$ biennis blieben die entstehenden Embryonen und Endospermkörper sehr früh in der Entwicklung stehen, während sich die Testa der entstehenden tauben Samen ziemlich normal ausbildete; die Kreuzung O. Lamarckiana $\times$ biennis aber erzeugte zur Hälfte gesunde, zur anderen taube Samen.

Im zweiten Teil der Arbeit werden die erhaltenen embryologischen Daten und die Feststellung bestimmter Zahlenverhältnisse zwischen tauben und gesunden Samen in Beziehung gebracht zu verschiedenen Fragen der Vererbungslehre, so des scheinbar verschiedenen Vermögens reziproker Kreuzungen zur Bildung von Zwillingsbastarden, der Heterozygotennatur und der Mutabilität der O. Lamarckiana, der angeblichen Konstanz der Artbastarde. Freilich beruht die für die Lösung dieser Fragen wichtige Deutung der tauben Samen vorerst noch auf teilweise an ungenügendem Material gewonnenen Zahlenverhältnissen. Es bleibt also abzuwarten, ob sich diese bei den bereits in die Wege geleiteten Studien an umfangreicherem und genotypisch einheitlicherem Material als konstant erweisen werden. A. Ernst.

Hunger, Dr. F. W. T., Recherches expérimentales sur la mutation chez Oenothera Lamarckiana, exécutées sous les Tropiques.

Ann. de Buitenzorg. 1913. **12,** 92.

Ausgehend von den Fragen, ob sich in dem tropischen Klima von Java unter den Nachkommen von Oenothera Lamarckiana dieselben Mutanten finden würden, die de Vries in Holland beobachtete, und ob besondere Eigentümlichkeiten bei denselben festzustellen wären, säte der Verf. im Februar 1909 die Samen zweier Mutterpflanzen in Salatiga auf Java aus. Das Saatgut stammte von de Vries, der die Mutterpflanzen von dem Originalstandort in Hilversum geholt und mit dem eigenen Pollen belegt hatte. Aus den 3173 + 2947 Samen entstanden 997 + 953 Pflanzen. Dieselben zeigten eine üppige vegetative Entwicklung, aber keine von ihnen kam zur Blüte. Die Beobachtungen scheinen sich jedoch nur über 1 Jahr erstreckt zu haben. Dennoch glaubt der Verf. allein aus der Blatt- und Rosettenbildung mit Sicherheit 76 + 83 = 8,15% Mutanten unter den Pflanzen erkannt zu haben, und zwar:

4 + 7	Oenothera	nanella	2 + 4	Oenothera	oblonga-nanella
12 + 8	„	lata	2 + 0	„	rubrinervis
3 + 3	„	lata-nanella	4 + 1	„	scintillans
2 + 3	„	gigas	3 + 2	„	elliptica
0 + 9	„	oblonga	2 + 1	„	subovata

Dazu gesellen sich noch 7 neue Formen, die nur mit Nummern (Oenothera spec.? Salatiga Nr. 11 bis 17) bezeichnet sind und allein 42 + 47 Vertreter aufweisen. Da die Pflanzen nicht zur Blüte kamen, ist die Samenbeständigkeit dieser neuen Formen nicht geprüft, so wenig wie die Übereinstimmung der Blütenstände der oben genannten Formen mit dem entsprechenden von de Vries beschriebenen. Nach den Abbildungen, die auf 16 Tafeln nach Photographien wiedergegeben sind, scheint jedoch eine große Ähnlichkeit mit den de Vriesschen Mutanten zu bestehen.

Auffallend an den Resultaten ist die große Anzahl von Mutanten. Der Verf. glaubt dies durch die Beobachtung von de Vries erklären zu können, daß die mutierten Samen eine längere Keimfähigkeit besitzen, als die reine Lamarckiana-Form. Durch den Transport nach Java wäre dann möglicherweise eine günstigere Keimzahl für die Mutanten erreicht. Andererseits zeigte das Saatgut in Salatiga prozentualiter eine doppelt so große Keimfähigkeit als in Holland. — Das Ausbleiben jeglicher Blüten glaubt der Verf. auf einem Überfluß an anorganischer Nahrung gegenüber der Bildung organischer Stoffe in dem regenreichen Klima Javas zurückführen zu müssen.

R. Stoppel.

Davis, Bradley Moore, Genetical studies on Oenothera V. Some reciprocal crosses of Oenothera.

Zeitschr. f. ind. Abst. u. Vererb.-Lehre. 1914. **12,** 169—205.

Wer sich mit der umfangreichen Literatur über Oenothera abgegeben hat, wird sich kaum des Eindruckes erwehren, daß gerade bei einigen Arbeiten aus diesem Gebiet der Wunsch bisweilen zum Vater des Gedankens wurde. Um so ansprechender ist eine Arbeit wie die vorliegende, bei der eine objektive Kritik überall fühlbar ist.

Der Verf. führte bei fünf verschiedenen Oenothera Stämmen viermal reziproke Kreuzungen aus. Dabei ging er von dem de Vriesschen Schulbeispiel aus Oenothera biennis L. × O. muricata L. Der Verf. konnte die Formel von de Vries $b \times m = m$ und $m \times b = b$ insofern bestätigen, als im Bau der Blätter und Blattrosetten die patroklinen Eigenschaften stark hervortreten, dabei ist der Einfluß der Mutter aber

durchaus nicht zu übersehen. Ausgesprochen matroclin sind die Hybriden sogar in bezug auf das Verhältnis der Länge der Deckblätter zu den Knospen.

Ferner wurden gekreuzt O. biennis L. × O. franciscana Bartlett und reziprok. O. franciscana stammt aus Californien und war von Bartlett drei Jahre hindurch beobachtet und als konstante Art erkannt. Die Kreuzung francis. × biennis wurde von Bartlett in seinem Garten in Washington, biennis × franc. von dem Verf. in Philadelphia ausgeführt. Die Nachkommen sind auch hier auffallend patroclin, so daß die beiden Nachkommenschaften nicht unwesentlich voneinander abweichen. Matroclin ist das zeitliche Erscheinen der Seitenzweige im Vergleich zu dem Hauptschaft. Die roten Papillen, die francis. am Stamm und auf den Kelchblättern hat, biennis jedoch nicht, treten bei allen Nachkommen in F_1 auf. Es scheint also ein dominierendes Merkmal im Mendelschen Sinne zu sein. Die F_2-Generation steht noch aus.

Die Nachkommen der Kreuzungen biennis × franciscana unterscheiden sich wesentlich von den Nachkommen der Kreuzungen biennis muricata und haben gewisse Ähnlichkeiten mit O. Lamarckiana, worüber der Verf. später berichten wird.

Die dritte Kreuzung wurde mit O. biennis L. und O. grandiflora Solander ausgeführt. Die Gegenüberstellung der Eigenschaften von den Nachkommen der reziproken Kreuzungen läßt auch hier die patroclinen Tendenzen hervortreten. Matroclin ist die Gestalt der Kelchzipfel und die Verteilung des Anthocyans. — Der Verf. betont, daß er bei dieser wie bei den vorigen Kreuzungen das reine Hervortreten der Eigenschaft eines Elters vermißt, der Einfluß des andern Elters ist überall wahrnehmbar.

Die vierte Kreuzung fand statt zwischen O. muricata L. und Oenothera gigas de Vries, die der Verf. schon einmal 1909 mit gigas als Vater ausgeführt hatte. Von den 12 Nachkommen waren damals 6 mehr dem Vater, 6 mehr der Mutter ähnlich gewesen.

Bei Wiederholung des Versuches gab gigas × muricata 11 Nachkommen, muricata × gigas 85 von denen 40 zur vollen Entwicklung gelangten. Unter den 11 Individuen (gigas × muricata) war ein Zwerg, der aber im übrigen den Geschwistern glich. Bei der Kreuzung muricata × gigas wichen drei Pflanzen von den übrigen ab, sie waren schmalblättriger und glichen mehr der Mutter. Bei zwei von diesen drei Pflanzen verlor sich diese Eigenschaft jedoch im Laufe der Entwicklung, so daß schließlich nur eine von den 51 Pflanzen einen etwas abweichenden Typus hatte. Der ganze Rest war untereinander gleich und intermediär zwischen gigas und muricata.

Bei einem dritten Kreuzungsversuch mit einer holländischen muricata-Rasse erhielt der Verf. bei gigas $\times$ muricata nur eine Pflanze, die bald einging, bei muricata $\times$ gigas 42 Pflanzen, die untereinander alle gleich und auch von den Nachkommen des vorigen Versuches nicht zu unterscheiden waren.

Die Nachkommen der Kreuzung muricata W. $\times$ gigas aus dem Jahr 1909 waren fertil bei Selbstbefruchtung. Bei allen späteren Kreuzungen zwischen gigas und muricata machte der Verf. die Beobachtung, daß die F_1-Generation bei Selbstbestäubung oder Geschwisterehe steril ist, während fremder durch Insekten herbeigetragener Pollen eine Befruchtung verursachte. R. Stoppel.

Gates, R. R., Breeding experiments which show that hybridation and mutation are independent phenomena.

Zeitschr. f. ind. Abst. u. Vererb. 1914. **11**, 209—279.

Die in der Überschrift angedeuteten Schlüsse zieht der Verf. auf Grund von Untersuchungen bei Kreuzung von Oenothera grandiflora Solander mit Oe. rubricalyx. Letztere Pflanze trat bekanntlich zuerst als Mutation auf in einer Kultur von Oe. rubrinervis, von der sie sich nur unterscheidet durch vermehrten Anthocyangehalt in den Blütenstielen, dem Kelch und der Unterseite der Blattmittelrippen. Bei den Nachkommen zeigt sich dieser Faktor »morphologisch«, d. h. in seiner Ausdehnung fast ganz beständig, indem die Färbung entweder vorhanden ist oder fehlt, »physiologisch«, d. h. quantitativ in der Tiefe der Färbung, wechselt er stark.

Bei Selbstbefruchtung der Originalmutation rubricalyx von 1907 spalteten sich die Nachkommen in einem Verhältnis 3 $\times$ 1 rubricalyx :rubrinervis, woraus zu schließen wäre, daß der Faktor R für Rotfärbung bei rubricalyx dominiert über r bei rubrinervis. Weitere Versuche zeigten aber, daß die Verhältnisse nicht so einfach liegen.

Bei Kreuzungen von rubricalyx $\times$ grandiflora und reziprok, F_1 1911 in St. Louis erzogen den Eltern, waren alle Nachkommen in der Rosette ziemlich einheitlich und intermediär, in beiden Kreuzungsmodi etwas mehr zu rubricalyx neigend. Bei der Entwickelung des Blütenstandes traten Spaltungen ein. Von den 147 Nachkommen, bei denen rubricalyx ♂ war, kamen 58 im ersten Jahr zur Blütenbildung. 34 Pflanzen hatten rote Knospen, 24 grüne. Bei der Kreuzung grandiflora ♂ blüten im 1 Jahr von 67 Pflanzen auch 58, von denen 30 rote, 28 grüne Knospen hatten. Bei der geringen Zahl der Pflanzen glaubt Verf., das theoretisch zu fordernde Verhältnis von 1 : 1 (bei An-

nahme von Rr für rubricalyx) in beiden Fällen als erreicht betrachten zu können.

Demnach spaltete sich nur die Pigmentbildung in dieser Generation, die übrigen elterlichen Merkmale hatten sich gemischt.

Die Spaltungsverhältnisse in der F_2-Generation, die in England aufgezogen wurde, gestalteten sich nun sehr viel schwieriger.

Bei Kreuzung grandiflora × rubricalyx ergaben sich für die Faktoren R : r bei 3 Versuchen die Zahlen 4,25 : 1, 9,5 : 1, 33,25 : 1, während in der reziproken Kreuzung rubricalyx × grandiflora bei 7 Versuchen die Verhältniszahlen schwankten zwischen 3,2 : 1 und 15,7 : 1.

Bei Rückkreuzung von (rubric. × grandifl.) × grandifl. war R : r = 1,33 : 1; bei (grandifl. × rubric.) × grandifl. = 1,39 : 1, während bei (rubric. × grandifl.) × rubric. alle 44 Nachkommen eine dunkelrote Pigmentation hatten. Die Kreuzung (grandifl. × rubric.) × rubric. scheint leider nicht ausgeführt worden zu sein.

Interessant sind die Ergebnisse der doppelreziproken Kreuzungen, bei denen nach de Vries die Merkmale des in der Mitte stehenden Elters ausfallen sollten. Bei den Versuchen des Verf. wird der Einfluß dieses Elters nicht unterdrückt, sondern macht sich nur bei einer geringeren Zahl von Nachkommen bemerkbar. So war das Verhältnis von R : r bei (rubric. × grandifl.) × (grandifl. × rubric.) = 11,4 : 1, während es sich bei (grandifl. × rubric.) × (rubric. × grandifl.) = 3,24 : 1 stellte.

Der Verf. wendet sich gegen die Erklärung dieser Erbziffern durch die Annahme, daß der Faktor R nicht einheitlich, sondern aus mehreren Faktoren zusammengesetzt ist, ein Einwand, der nach Ansicht des Ref. durch zu wenig Versuche und besonders durch die Beobachtung einer zu geringen Anzahl von Generationen gestützt ist.

Ferner untersucht der Verf. die Erblichkeit des Faktors t für Zwergbildung, die sich bei den Nachkommen zeigt, ganz gleich, ob der Faktor durch den Vater rubric. oder den Vater grandifl. übertragen wird. Die Verhältniszahlen T : t entsprechen sich aber in diesen beiden Fällen durchaus nicht, schwanken bei den einzelnen Versuchen grandifl. × rubric. schon allein zwischen 2,73 : 1 und 1 : 2,17, so daß der Verf. bei dem Faktor t wie bei R annimmt, daß die einzelnen Individuen ein unterschiedliches Vererbungsvermögen für diese Faktoren haben, das nicht durch die Mendelschen Spaltungsgesetze bestimmt ist.

In einigen weiteren Kapiteln werden vom Verf. noch kurze Angaben gemacht über die Vererbung anderer Knospenmerkmale, verschiedener Blattcharaktere und die Zeit der Blütenentwicklung.

Eine Gegenüberstellung der Versuchsresultate von de Vries und

dem Verf. mit doppelreziproken, sesquireziproken und iterativen Bestarden zeigt wesentliche Unterschiede. Während nach de Vries bei den Kreuzungen von Oe. biennis und muricata die Eigenschaften eines Elters bei den Nachkommen unter Umständen ganz ausgeschaltet werden können, waren in den Versuchen des Verf. die Nachkommen intermediäre Formen (abgesehen von morphologisch R und r). Der Einfluß der beiden Eltern kam nur in verschiedenem Grade zum Ausdruck. An dieser Stelle möchte der Ref. auf die Versuche von Davis in derselben Zeitschrift Bd. XII mit anderen Oenothera-Formen hinweisen.

Abgesehen von den besprochenen ererbten Veränderungen der Nachkommen traten 1912 in den Kulturen des Verf. noch 10 spontane Mutationen auf. Zwei davon zeigten eine Verquickung der Eigenschaften von lata und rubricalyx. Die Chromosomenzahl bei einer dieser beiden Pflanzen betrug 15. Der Verf. verheißt baldigst eine Arbeit, aus der hervorgehen wird, daß Pflanzen, die den Blattcharakter von lata oder semilata mit anderen Pigment- oder Blüteneigenschaften vereinigt besitzen, stets die Chromosomenzahl 15 haben. Demnach wäre dies überzählige Chromosom als der Träger des lata (semilata) Blattcharakters zu betrachten, und das Auftreten einer solchen Mutation ein abweichender Vorgang von Neukombination und Spaltung von Merkmalen durch Vererbung. R. Stoppel.

Lindner, J., Über den Einfluß günstiger Temperaturen auf gefrorene Schimmelpilze. (Zur Kenntnis der Kälteresistenz von Aspergillus niger.)

Jahrb. f. wissensch. Bot. 1915. **55,** 1—52.

A. Richter[1] hatte (1910) die Beobachtung gemacht, daß gefrorene Mycelfäden von Aspergillus nach dem Auftauen keine Plasmolyse zeigen, sich mit Farbstoffen färben, und trotzdem schloß er, daß diese Zellen nicht tot seien, sondern sich nach dem Auftauen in einen Schwächezustand befinden, aus dem sie durch günstige Temperaturen wieder befreit werden können. Die Grenze zwischen Leben und Tod ginge demnach in gefrorenem Mycel verloren. Richter kam zu dieser Schlußfolgerung, weil die Atmungsintensität des aufgetauten Mycels nach einiger Zeit weit über die zuvor erreichte Größe anstieg.

Lindner unterwirft die Arbeit Richters einer auf Experimenten beruhenden Kritik, indem er 1. den Verlauf der Desorganisation in den Hyphen nach dem Gefrieren, 2. den Einfluß der Temperatur auf die Desorganisationserscheinungen und 3. den Verlauf der Atmung im Aspergillus-Mycel vor und nach der Kälteperiode untersucht.

[1]) Zeitschr. f. Bakt. II. Abt. 1910. Bd. 28, S. 617.

Der Verf. bediente sich untergetauchter Reinkulturen in einer Nährlösung, die einer Kälte von meist —11 bis —12° durch $2^1/_2$ bis 48 Stunden ausgesetzt wurden. Nach dem Gefrieren wurden die Mycelien rasch aufgetaut, gefärbt, plasmolysiert und auf etwa vorhandenen Desorganisationserscheinungen geprüft. Die Luftanalysen bei den Atmungsversuchen wurden mit Hilfe des Apparates von Bonnier und Mangin durchgeführt. Bezüglich weiterer Einzelheiten der Methodik muß auf das Original verwiesen werden.

Aus den Untersuchungen ergibt sich, daß die Zellen submerser Mycelien von Aspergillus niger und Penicillium glaucum verschieden kälteresistent sind; am empfindlichsten sind die Spitzen und die daran grenzenden Zellen, am widerstandsfähigsten sind die der basalen Zone. Diese letzteren, vom Verf. als Dauerzellen bezeichnet, vermögen, nach dem Gefrieren günstigen Temperaturen ausgesetzt, allein ihre Lebenstätigkeit aufzunehmen, während die desorganisierten ein für allemal verloren sind und sich nicht mehr erholen können. Die Dauerzellen befinden sich nach dem Auftauen in einem Schwächezustand, der aber durch optimale Temperaturen wieder aufgehoben werden kann. Die Zunahme der Atmungsintensität nach dem Auftauen erklärt sich nach Lindner in ungezwungener Weise aus der Weiterentwicklung der Dauerzellen, resistenter Lufthyphen und den nachträglich auskeimenden Sporen. Molisch.

Neue Literatur.

Bakterien.

Christensen, H. R., Studien über den Einfluß der Bodenbeschaffenheit auf das Bakterienleben und den Stoffumsatz im Erdboden. (Centralbl. f. Bakt. II. *1915.* **43,** 1—166.)

Günther, K., Über das von Conradi angegebene Verfahren der elektiven Züchtung von Diphtheriebacillen durch Ausschütteln von Kohlenwasserstoffen. (Ebenda. I. *1915.* **75,** 485—488.)

Matsui, J., Veränderungen von Bakterien im Tierkörper. X. Versuche über die Widerstandsfähigkeit kapselhaltiger und kapselloser Milzbrandbacillen. (Ebenda. 394—398.)

Reed, H. S., and Williams, B., The effect of some organic soil constituents upon nitrogen fixation by Azotobacter. (Ebenda. II. *1915.* **43,** 166—175.)

Simonini, A., Einwirkung der seltenen Erden auf Bakterien. (Ebenda. I. **75,** 398—408.)

Toenniessen, E., Über die Agglutination der Kapselbacillen. Untersuchungen über die Bedeutung der einzelnen Bestandteile der Bakterienzelle für die Agglutininerzeugung und für den Vorgang der Agglutination. (Ebenda. 329—337.)

Pilze.

Lindner, J., Über den Einfluß günstiger Temperaturen auf gefrorene Schimmelpilze [Zur Kenntnis der Kälteresistenz von Aspergillus niger]. (Jahrb. f. wiss. Bot. *1915.* **55,** 1—52.)

Nienburg, W., Der Sexualakt bei den höheren Pilzen. (Naturwiss. Wochenschr. *1915.* [2] **14,** 33—48.)

Studer-Steinhausens, B., Die Hymenomyceten des bernischen Hügellandes zwischen Alpen und Jura. (Mitt. d. naturf. Ges. Bern. *1914.* 32 S.)

Zettnow, E., Ein in Normal-Schwefelsäure wachsender Fadenpilz. (Centralbl. f. Bakt. I. *1915.* **75,** 369—374.)

—, Eine Gallertbildung in javanischem Zuckersaft. (Ebenda. 374—376.)

Algen.

Bachmann, E., Kalklösende Algen. (Ber. d. d. bot. Ges. *1914.* **33,** 45—57.)

Fallis, A. L., Growth of the fronds of Nereocystis Luetkeana. (Puget Sound marine stat. publ. *1915.* **1,** 1—8.)

Scherler, B., Die Algenvegetation an den Felswänden des Elbsandsteingebirges. (Abhandl. naturw. Ges. »Isis« in Dresden. *1914.* 1—27.)

Moose.

Britton, E. G., West Indian Mosses. II. Mosses of the danish West Indies and Virgin Islands. (Bull. Torrey bot. club. *1915.* **42,** 1—9.)

—, and **Hollick, A.,** A new American fossil Moss. (Ebenda. **42,** 9—11.)

Farnpflanzen.

Bicknell, E. P., The Ferns and flowering plants of Nantucket. XIV. (Bull. Torrey bot. club. *1915.* **42,** 27—48.)

Morphologie.

Lundegårdh, H., Experimentell-morphologische Beobachtungen. (Flora. I. *1915.* [2] **7,** 433—449.)

Murbeck, Sv., Über die Baumechanik bei Änderung im Zahlenverhältnis der Blüte. (Lunds Univ. Arsskr. N. F. Afd. 2, Bd. 11, No. 3, 1—36.)

Zelle.

Tischler, G., Die Periplasmodiumbildung in den Antheren der Commelinaceen und Ausblicke auf das Verhalten der Tapetenzellen bei den übrigen Monokotylen. (Jahrb. f. wiss. Bot. *1915.* **55,** 53—90.)

Gewebe.

Schmeils botanische Wandtafeln. Anatomische Reihe. Nach der Natur gez. von H. Meierhofer. Farbdr. Mit Text. gr. 8⁰. Leipzig, Quelle & Meyer. *1915.*

Physiologie.

Arisz, W. H., Onderzoekingen over fototropie. (Diss.) Bosch & Zoon, Utrecht. *1915.* 181 S.

Bachmann, E., s. Algen.

Bokorny, Th., Bindung von Ammoniak durch Zelleiweiß. (Biol. Centralbl. *1915.* **35,** 25—30.)

Grafe, H., Untersuchungen über die Cichorie. (Biochem. Zeitschr. *1915.* **68,** 1 bis 22.)

Guttenberg, H. von, Zur Kenntnis des Spritzmechanismus von Ecballium Elaterium Rich. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915.* **33,** 20—36.)

Lakon, G., Die Lage der jährlichen Periodizität der Pflanzen im Lichte der neuesten Forschung. (Naturw. Zeitschr. f. Land- und Forstwirtsch. *1915.* **13,** 85—101.)

Leonhardt, W., Über das Verhalten von Sprossen bei Widerstand leistender Erdbedeckung. (Jahrb. f. wiss. Bot. *1915.* **55,** 91—176.)

Lindner, J., s. unter Pilze.

Reed, H. S., and **Williams, B.,** s. unter Bakterien.

Schroeder, H., Über die Einwirkung von Silbernitrat auf die Keimfähigkeit von Getreidekörnern. (Biol. Centralbl. *1915.* **35,** 8—24.)

Simonis, A., s. unter Bakterien.

Wasicky, R., Zur Mikrochemie der Oxymethylanthrachinone und über ein Anthraglykoside spaltendes Enzym im Rhabarber. (Ber. d. d. bot. *1915.* **33,** 37—44.)

Wisselingh, C. van, Über die Nachweisung und das Vorkommen von Carotinoiden in der Pflanze. (Flora. *1915.* [2] **7,** 371—432.)

Zettnow, E., s. unter Pilze.

Fortpflanzung und Vererbung.

Coulter, J. L., The evolution of sex in plants. (The univ. of Chicago Russ. Chicago, Illin. 1—140.)

Juel, H. O., Über den Bau des Gynaeceums bei Parinarium. (Ark. f. Bot. *1915.* **14,** Nr. 7. 1—12.)

Meyer, J., Die Crataegomespili von Bronvaux. (Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererbungsl. *1915.* **13,** 193—233.)

Nienburg, W., s. unter Pilze.

Sturtevant, A. H., The behavior of the chromosomes as studied through linkage. (Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererbungsl. *1915.* **13,** 234—287.)

Ökologie.

Kranichfeld, H., Zum Farbensinn der Bienen. (Biol. Centralbl. *1915.* **35,** 39 bis 46.)

Systematik und Pflanzengeographie.

Bicknell, E. P., s. unter Farnpflanzen.

Jensen, J., Dendrologische Beobachtungen in dem Gebiete am Kopfe des Michigansees. (Mitt. d. d. dendrol. Ges. *1914.* 184—188.)

Neger, F. W., Die Standortsbedingungen der Omorikafichte [Picea omorica Parč]. (Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. *1915.* **13,** 76—84.)

Rehder, A., Einige neuere oder kritische Gehölze. (Mitt. d. d. dendrol. Ges. *1914.* 257—264.)

Rübel, E., Ergänzungen zu Brockmann-Jerosch und Rübels Einteilung der Pflanzengesellschaften. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915.* **33,** 2—10.)

Rydberg, P. A., Phytogeographical notes on the Rocky Mountain region — IV Forest of the Subalpine and Mountane Zones. (Bull. Torrey bot. club. *1915.* **42,** 11—27.)

Schikora, F., Taschenbuch der wichtigsten deutschen Wasserpflanzen. Wasserpflanzenbuch des Fischerei-Vereins für die Provinz Brandenburg. Z. Gebr. auf Exkursionen. 48 Lichtdr. u. 4 Textb. E. Hübner, Bautzen. 8°. XII. 177 S.

Schulz, A., Die Geschichte der phanerogamen Flora und Pflanzendecke Mitteldeutschlands vorzüglich des Saalebezirkes mit dem Ende der Pliocänzeit. I. Nebert, Halle a. S. *1914.* 8°. 202 S.

—, Über einen neuen Fund von hallstattzeitlichen Kulturpflanzen- und Unkräuter-Resten in Mitteldeutschland. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915.* **33,** 11—19.)

Shirasawa, H., Neue und wenig bekannte Picea- und Abies-Arten in Japan. (Mitt. d. d. dendrol. Ges. *1914.* 254—257.)

Sprenger, C., Neue Notizen über den Lorbeerbaum. (Ebenda. 214—217.)
Stiefelhagen, H., Beiträge zur Rubus-Flora Deutschlands. (Mitt. Bayr. bot. Ges. z. Erf. d. heim. Flora. *1914.* **3,** 173—181.)
Stark, P., Die Waldvegetation auf der Insel Sylt. (Allg. bot. Zeitschr. *1914.* **20,** 97—116.)

Angewandte Botanik.

Beythien, A., Hartwich, C., und **Klimmer, M.,** Handbuch der Nahrungsmitteluntersuchung. Eine syst.-krit. Zusammenstellung der Methoden zur Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, einschl. des Wassers und der Luft, sowie der Gebrauchsgegenstände. 3 Bd. Pilzmerkblatt. Tauchnitz, Leipzig. *1915.* Lex 8⁰. XII, 474 S.
Graebner, L., Die empfehlenswertesten Ziergehölze für einen größeren Hausgarten. (Mitt. d. d. dendrol. Ges. *1914.* 104—116.)
Honing, J. A., Deli-Tabak een mengsel van typen. (Bull. Deli proefstat. Medan, Deli. *1915.* No. 4. 1—29.)
Killer, E., Ein Beitrag zur Kenntnis des Landhafers von Elsaß-Lothringen. (Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. *1915.* **13,** 102—103.)
—, Die Behandlung der braunen, geschrumpften Körner in Kleesaaten. (Ebenda. 103—105.)
Müller, A., Forstliche und dendrologische Aufgaben der modernen Großstädte. (Mitt. d. d. dendrol. Ges. *1914.* 95—104.)
Müller, K., Zur Bekämpfung des Unkrauts. XII. Das Franzosenkraut [Galinsoga parviflora Cav.]. (Arb. d. d. Landw.-Ges. *1914.* Heft 172, 1—30.)
Rebmann, Beiträge über die Anzucht einiger Carya-Arten. (Mitt. d. d. dendrol. Ges. *1914.* 1—24.)
Schwappach, Die Bedeutung der Herkunft des Kiefernsamens. (Ebenda. 24—35.)

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Briori, G., Rassegna crittogamica dell' anno 1913 con notizie sulle malattie delle conifere dovute a parassiti vegetali. (Bull. min. agricolt. industr. e comm. *1914.* Ser. B. **14,** 1—14.)
Riehm, E., Getreidekrankheiten und Getreideschädlinge. (Centralbl. f. Bakt. II. *1914.* **43,** 177—220.)
Clark, O. L., A simple device for counting seeds. (Science N. S. *1915.* **41,** 132—133.)

Verschiedenes.

Fischer, E., Botanik und Botaniker in Bern. (Verh. schweiz. naturf. Ges. *1914.* II. 26 S.)
Kohlbrugge, J. H. F., War Darwin ein originelles Genie? (Biol. Centralbl. *1915.* **35,** 93—111.)
Meyer, A., Erstes mikroskopisches Praktikum. Eine Einführung in den Gebrauch des Mikroskopes und in die Anatomie der höheren Pflanzen. 3. vervollständ. Aufl. Fischer, Jena. *1915.* Lex. 8⁰. V, 255 S.)
Niemann, G., Etymologische Erläuterung der wichtigsten botanischen Namen und Fachausdrücke. 2. erw. u. verb. Aufl. Zickfeldt, Osterwieck, *1914.* 8⁰. IV, 77 S.
Proppe, M., Bericht über die Ascherson-Stiftung. (Bot. Ver. Prov. Brandenburg. *1914.* **56,** [41]—[45].)

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.

ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG JOST · FRIEDRICH OLTMANNS
HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH

SIEBENTER JAHRGANG FÜNFTES HEFT

MIT 1 TAFEL UND 10 ABBILDUNGEN IM TEXT



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1915

Monatlich erscheint ein Heft im Umfange von 4—5 Druckbogen
Preis für den Jahrgang: 24 Mk.

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Manuskripte, Bücher usw.) bitten wir zu richten an
Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. **Oltmanns, Freiburg i. Br.,** Jacobistr. 23

Inhalt des fünften Heftes.

I. Originalarbeit.

Das Honorar für die Originalarbeiten beträgt Mk. 30.—, für die in kleinerem Drucke hergestellten Referate Mk. 50.— für den Druckbogen. Dissertationen werden nicht honoriert. Die Autoren erhalten von ihren Beiträgen je 30 Sonderabdrücke kostenfrei geliefert. Auf Wunsch wird bei rechtzeitiger Bestellung (d. h. bei Rücksendung der Korrekturbogen) eine größere Anzahl von Sonderabzügen hergestellt und nach folgendem Tarif berechnet:

Jedes Exemplar für den Druckbogen	10	Pfg.
Umschlag mit besonderem Titel	10	„
Jede Tafel einfachen Formats mit nur einer Grundplatte .	5	„
Jede Doppeltafel mit nur einer Grundplatte	7,5	„
Tafeln mit mehreren Platten erhöhen sich für jede Platte um	3	„

Die Chemotaxis der Oscillarien und ihre Bewegungserscheinungen überhaupt.

Von

R. Fechner.

Mit Tafel 1 und 10 Abbildungen im Text.

A. Einleitung.

Erst in jüngster Zeit ist in der Cyanophyceen-Literatur der Vermutung Ausdruck gegeben worden, daß den Oscillarien eine chemische Reizbarkeit, eine Chemotaxis, zukomme, wie sie für Bakterien (12, 24, 29)[1], und die Spermatozoiden verschiedener Archegoniaten-Gattungen (1, 3, 19, 20, 25, 32) nachgewiesen ist.

Zunächst sagt Schindler (31) im Anschluß an die bei Oscillatoria formosa und Phormidium autumnale beobachtete und von ihm als »Zonenbildung« bezeichnete Erscheinung [vgl. (31) S. 569]:

> »Es dürfte somit keinem Zweifel unterliegen, daß die Oscillarien stark chemotaktisch reizbar sind. . . .«

Spezieller sind die Ergebnisse, zu denen Pringsheim (28) auf Grund seiner ernährungsphysiologischen Untersuchungen gelangt. Er unterscheidet eine positive und eine negative Chemotaxis, welch letztere besonders bei der Ausbreitung der Fäden vom Impfklümpchen aus im Spiele sein soll und auf Grund deren sich die Fäden gegenseitig fliehen. Auf S. 70 (28) sagt er:

> »Die Ausbreitung überhaupt und das Einbohren in Gelatine (Pringsheim impfte auf Gelatineplatten) muß wohl einer negativ chemotaktischen Reizbarkeit zugeschrieben werden. Daß eine solche besteht, wurde deutlich, wenn in der Nähe einer sich ausbreitenden Oscillarienmasse auf Agar oder Kieselgallerte ein saurer Stoff, z. B. das schwer lösliche saure weinsaure Kalium (Weinstein) gebracht wurde.

[1]) Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf das Literaturverzeichnis.

Alle nach der betreffenden Seite herausstrebenden Fäden wurden dann zur Umkehr gezwungen und die seitlichen im Bogen abgelenkt. Auch geschah die Besiedelung der Randpartien einer Petrischale, nach reichlicher Entwicklung in der Mitte, zuweilen deutlich in geradlinigen Strahlen. Am deutlichsten war das bei Oscillatoria brevis auf Asparaginagar. Endlich konnten Bakterienkolonien eine anziehende (!) oder abstoßende Kraft ausüben. Die positive Chemotaxis scheint aber bei Oscillarien nicht sehr ausgebildet zu sein, da Versuche mit einigen Nährstoffen auf Agar und Kieselgallerte erfolglos blieben.«

Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist es, festzustellen, ob entsprechend den Vermutungen der beiden vorgenannten Autoren eine chemotaktische Reizbarkeit bei den Oscillarien vorhanden, und wenn, welcher Art dieselbe ist. Die dahin zielenden Untersuchungen führten dazu, auch den Versuch zu machen, die bisher nicht genügend aufgeklärte Mechanik der Bewegungen der Oscillarien überhaupt dem Verständnis näher zu bringen.

Vorliegende Arbeit entstand auf Veranlassung und unter Leitung des Herrn Prof. Dr. Werner Magnus, dem ich für sein freundliches Wohlwollen und sein stets hilfsbereites Entgegenkommen meinen besten Dank ausspreche.

Ferner danke ich Herrn Prof. Dr. Baur und Herrn Prof. Dr. Benecke für die gütige Überlassung eines Arbeitsplatzes im Botanischen Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin.

B. Material und Kultur.

I. Das Versuchsmaterial.

Zu den Untersuchungen wurden verschiedene Oscillarienspecies verwendet. Von diesen diente die zuerst aufgeführte als Grundlage für sämtliche chemotaktischen Versuche.

1. Oscillatoria formosa Bory.
2. Phormidium autumnale Gom.
3. Oscillatoria sancta var. caldariorum (Hauck) Lagerheim.
4. Oscillatoria Cortiana Meneghini.

Die ersten beiden Arten, von denen besonders Oscillatoria formosa wegen ihrer großen Beweglichkeit zu chemotaktischen

Versuchen geeignet ist, sind bereits von Schindler [vgl. (31) S. 505 f.] verwendet worden. Da sie aus seinen Kulturen stammen, darf ich betreffs der Artbeschreibung auf seine Angaben verweisen.

Die dritte Species wurde aus dem hinteren Becken des Viktoria-regia-Hauses des Kgl. Botanischen Gartens in Dahlem entnommen, wo sie auf einer Wasserschicht von etwa 0,5 cm Höhe mit Oscillatoria Cortiana zusammen eine dichte filzige Haut von schwarzgrüner Farbe bildete. Ich fand sie außerdem auch im großen Palmenhause am Rande eines Wasserleitungsbeckens neben der großen Tuffsteingrotte. Die schmutzig graubraunen, in dünne durchsichtige Scheiden eingeschlossenen Fäden sind in Wasser und auf feuchter glatter Oberfläche lebhaft beweglich und zeichnen sich durch ihre gerade Form aus. Sie besitzen eine flach abgerundete Endzelle. Einschnürungen zwischen den Zellgliedern habe ich nicht bemerkt, wohl aber eine feine Granulation in jeder Zelle besonders zunächst den Scheidewänden. Die Breite der Fäden wurde zu 19 bis 21 μ, die Länge jeder einzelnen, verhältnismäßig schmalen Zelle zu 3 bis 6 μ bestimmt. Die hier vorliegende Art deckt sich mit der bei Lemmermann (18) als Oscillatoria sancta var. caldariorum beschriebenen Species. Der Kürze wegen soll sie im Texte stets als Oscillatoria caldariorum bezeichnet werden.

Die vierte Species, welche mit der letztgenannten zusammen vorkam, zeigt dieselbe leuchtend-grüne Farbe wie Oscillatoria formosa, ist aber noch beweglicher wie diese und gleichfalls in dünne Scheiden eingeschlossen. Bezeichnend für diese Species ist eine Endzelle, welche im Gegensatz zu der bei Oscillatoria caldariorum vorhandenen spitz zuläuft und fast stets nach einer Seite hakenförmig umgebogen ist. Granulation habe ich nicht bemerkt, wohl aber eine schwache Einschnürung der einzelnen etwa 5,4 μ langen und 4,2 bis 4,6 μ breiten Zellglieder. Nach der Beschreibung und Zeichnung in Gomonts Monographie der Oscillarien (8) zeigt diese Art die meiste Ähnlichkeit mit Oscillatoria Cortiana.

II. Die Kulturen.

In bezug auf die Weiterkultur der sämtlichen angeführten Arten, welche auf Gipsplatten mit Nährlösung stattfand, darf ich auf die Ausführungen Schindlers [vgl. (31) S. 506 bis 508]

hierüber verweisen. Anfangs wurden Oscillatoria formosa und Phormidium autumnale auch auf Agar-Agar gezogen, was aber später wegen der schwierigen Entnahme des Impfmaterials nicht mehr geschah.

Oscillatoria caldariorum und Osc. Cortiana wuchsen auch sehr gut auf reinem Quarzsand, der mit Nährlösung ganz niedrig überschichtet war, und auf Tonscherben, die in Nährlösung tauchten.

Speciesreine Kulturen besaß ich von Oscillatoria formosa und Phormidium autumnale. Da Oscillatoria caldariorum besonders die Eigenschaft hat, an den Glaswänden der Kulturgefäße emporzukriechen, ähnlich wie es Schindler [vgl. (31) S. 513] für Oscillatoria limosa beschreibt, Oscillatoria Cortiana aber meist auf den Gipsplatten blieb oder in den Kulturen mit Tonscherben auf der Flüssigkeit eine feine Haut bildete, so fand eine genügende Trennung beider Arten statt, um Reinkulturen entbehrlich zu machen.

Mit bakterienfreien Kulturen zu arbeiten, war bei meiner Versuchsanordnung nicht unbedingt erforderlich und wohl auch technisch kaum ausführbar.

Von den Nährlösungen A, B, C, welche Schindler [vgl. (31) S. 508] angibt, wurde nach mehreren Versuchen nur noch die erste verwendet, bei welcher sich alle Species vorzüglich entwickelten.

In einer Nährlösung, welche nur $(NH_4)NO_3$ (15) enthielt, wurden die Fäden, besonders Oscillatoria formosa, schnell blaß und gingen bald darauf ein, ohne sich zu vermehren.

C. Die Chemotaxis der Oscillarien.

I. Makroskopische Untersuchungen.

a) Methodik.

1. Das Substrat.

Meine Absicht ging zunächst dahin, das Vorhandensein einer Chemotaxis bei den Oscillarien makroskopisch nachzuweisen. Vorversuche mit Gelatine als Substrat, auf welche die Oscilla-

rien gebracht worden waren und in die der Reizstoff [z. B. Ca $(NO_3)_2$] mit Hilfe einer Kapillaren hineindiffundierte, ergaben keinen Erfolg. Die Fäden liefen vollständig unregelmäßig, sie bildeten Bogen und Schleifen, ohne von dem Reizstoff sichtbar beeinflußt zu werden. Auch dann, als die Gelatine durch Agarplatten ersetzt wurde, auf denen sich die Fäden vom Impffleck aus verbreitet hatten, zeigten die Organismen keine oder doch nur eine undeutliche Reaktion. Ich gelangte daher zu der Überzeugung, daß die erste Bedingung für eine gedeihliche Untersuchung die völlig geradlinige Ausbreitung der Fäden vom Impffleck aus war. Da bei Agar als Substrat, auch wenn er nicht mit Nährlösung versetzt war, die Fäden sich nur manchmal geradlinig ausbreiteten und außerdem — besonders Oscillatoria formosa — schnell vollständig von Bakterien überwuchert wurden, so konnte dieses Medium als Unterlage für die chemotaktischen Untersuchungen nicht in Frage kommen.

Ein Substrat, welches die eben bezeichneten Fehler des Agars in keiner Weise aufwies, fand ich in der Kieselsäuregallerte, welche besonders Pringsheim (28) zur Erzielung seiner Reinkulturen verwendet hatte. Auf ihr breiteten sich die Fäden vom Impffleck, zumeist ganz geradlinig und strahlig, aus. Die Kieselplatten wurden nach der von Pringsheim [vgl. (28) S. 58] beschriebenen vereinfachten Methode mit einigen kleinen Abweichungen hergestellt.

Nachdem in die Petrischalen je 10 ccm Salzsäure (spez. Gew. 1,1) und je 10 ccm Natronwasserglas (spez. Gew. 1,08) gebracht, und diese Masse nach 24stündigem Stehen erstarrt war, wurden die Schalen, und zwar meist in Serien von 20 Stück, in einer großen runden Glasschale gewässert. Um jegliche Störung durch Verunreinigungen zu vermeiden, dehnte ich die Wässerung in fließendem Wasser auf 6 Tage aus, nach der die Platten noch einige Tage, mit mehrmals gewechseltem destillierten Wasser überschichtet, stehen blieben. Bei dieser langen Wässerung erwies es sich, um eine zu starke Auslösung der Schicht zu vermeiden, als praktisch, das Natronwasserglas in dem etwas höheren spezifischen Gewicht 1,08 zu verwenden — Pringsheim gibt 1,05 bis 1,065 an. Ein Wattefilter war bei der Reinheit des Berliner Leitungswassers entbehrlich. Meistens aber bildete

sich auf der Oberfläche der Platten eine schwach körnige, etwas rauhe, milchige Schicht, die sich langsam im Wasser ablöste und nachher im destillierten Wasser bald vollständig verschwand. Daß diese Schicht durch Verunreinigung des Leitungswassers entsteht, halte ich für unwahrscheinlich, denn sie löst sich teilweise schon während des ersten Wässerns ab, ohne sich wieder neu zu bilden.

Ein Sterilisieren der Kieselplatten, wobei sich leicht in der Oberfläche kleine, 2 bis 3 mm lange, die Untersuchung störende Risse bildeten, war wegen der geringen auf ihnen bestehenden Entwicklungsmöglichkeit für Bakterien nicht notwendig.

2. Die Versuchsanordnung.

Die im vorigen Abschnitt erwähnten Vorversuche, z. B. mit KNO_3 und $Ca(NO_3)_2$ auf Kieselplatten, waren, auch wenn der Reizstoff zeitlich vor der Ausbreitung der Oscillarien vom Impffleck aus auf dieselben gebracht worden war, sei es in fester Form, sei es als Lösung direkt oder in einer Kapillaren, resultatlos verlaufen — nur einmal fand eine zweifelhafte Anlockung am Kapillarmund statt. Da es auch denkbar war, daß ein zu schneller Ausgleich des Konzentrationsgefälles des Reizstoffs stattfand, so suchte ich die Oscillarien einem konstanten Diffusionsstrom auszusetzen, wie es Porodko (27) bei der Untersuchung des Chemotropismus von Wurzelspitzen getan hat. Zu diesem Zwecke stellte ich zunächst folgende Versuchsanordnung her:

Auf das Gestell einer feuchten Kammer brachte ich eine Kieselplatte, welche, um eine übergroße Feuchtigkeit zu vermeiden, 24 Stunden zum Trocknen aufgestellt gewesen war und auf diese mit Hilfe von Fließpapierstreifen von etwa 1,8 cm Breite aus seitlich stehenden Küvetten von der einen Seite destilliertes Wasser, von der andern den Reizstoff. Das Fließpapier, welches später in der Breite von 2,3 bis 2,4 cm zur Verwendung gelangte und auch etwas näher an den in der Mitte befindlichen Impffleck herangebracht wurde, haftete gut auf der Gallerte. Die Küvetten wurden zwei Tage in destilliertem Wasser gewässert. Zum Auswaschen der an den Oscillarien haftenden Nährflüssigkeit blieb das Impfklümpchen drei

Stunden in destilliertem Wasser, was die Fäden nicht schädigte. Das Impfen erfolgte erst, nachdem die Diffusion schon $^3/_4$ Stunden lang stattgefunden hatte.

Das bald auftauchende Bedenken, daß die Diffusion bei dieser Anordnung viel zu langsam erfolgen möchte, wurde durch einige Diffusionsversuche als gerechtfertigt erkannt. Zu diesen Untersuchungen wurden durch Überschichten mit einer starken Lackmuslösung blau gefärbte Agar- und Kieselplatten verwendet. An die Stelle des Reizstoffes trat Salzsäure, welche durch die Rotfärbung des Substrats deutlich den Verlauf der Diffusion anzeigte. Diese selbst erfolgte genau kreisförmig mit der Einflußstelle als Mittelpunkt. Um wieviel die rote Grenze in der Verbindungslinie der beiden Einflußstellen an jedem Tage vorrückte, zeigt die nachstehende Tabelle:

Nach dem	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8. Tage	
Kieselgel, HCl: 50%	0,8	1,8	2,5	3,2	3,9	4,3	4,8	5,2	cm
Kieselgel, HCl: 20%	0,3	0,6	0,9	1,4	1,8	2,2	2,3	2,4	cm
Agar, HCl: 50% . .	1,3	1,7	2,1	2,5	3	—	—	—	cm

Aus der Zusammenstellung ersieht man, daß die Diffusion in Agar langsamer vor sich geht als in Kieselgel. Bei diesem brauchte HCl: 50% (spez. Gew. 1,10), um bis zur Mitte der Platte zu gelangen, eine Zeit von fast sieben Tagen, während HCl: 20% in derselben Zeit erst durch ein Viertel der Platte hindurchdiffundiert war. Es war anzunehmen, daß bei den niedrigen zur Verwendung gelangenden Konzentrationen von KNO_3 der Reizstoff noch später bis zur Mitte kommen mußte.

Meine Aufgabe bestand also zunächst darin, die Methode dahin abzuändern, daß die Diffusion erstens bedeutend schneller und zweitens möglichst parallel dem Fließpapierstreifen erfolgte. Nach einer größeren Reihe von Versuchen erreichte ich dieses Ziel durch die im nachfolgenden skizzierte Anordnung.

Standen die Küvetten mit den Flüssigkeiten in der feuchten Kammer rechts und links von der Kieselplatte, so wurden über diese von vorn nach hinten zwei etwa 1,3 cm breite Fließpapierstreifen gelegt, so daß zwischen ihnen ein Raum von 3 cm Breite frei blieb. Auf diese beiden Streifen, die an ihren beiden überhängenden Enden in ganz trockenen, gereinigten Quarzsand tauchten, wurde durch je zwei schmale Fließpapierstreifen

die Flüssigkeit aus den Küvetten geleitet. Zur Erzielung der nötigen Feuchtigkeit wurde die Glasglocke der feuchten Kammer innen mit nassem Fließpapier verkleidet und außerdem noch eine Schale mit Wasser hineingebracht. Um die Diffusion gleichmäßig stark zu erhalten, wurde der feucht gewordene Sand durch trockenen ersetzt.

Wie schnell die Diffusion bei dieser Anordnung stattfand, zeigte der Versuch mit den durch Lackmus gefärbten Platten. Für den Diffusionsstrom wurde auf der einen Seite HCl: 1%, auf der anderen Seite K_2CO_3: 1% benutzt (KOH löst die Gallerte auf!). Von jedem Fließpapierstreifen rückte dann eine nur noch schwach gebogene, durch ihre rote, bzw. blaue Färbung gekennzeichnete Zone vor. Noch vor Ablauf von 24 Stunden trafen sich beide in der Mittellinie, um nach reichlich 24 Stunden eine ganz gerade, dem Fließpapier genau parallele Grenze in der Entfernung 0,8 cm von der K_2CO_3-Seite zu bilden. Die Grenze rückte später noch mehr nach dieser Seite herüber. Wurde HCl: 50% und K_2CO_3: 10% benutzt, so bildete sich schon vor Ablauf der 24 Stunden eine über die ganze Platte gehende, genau parallele Grenzlinie in der Entfernung 0,65 cm von dem mit K_2CO_3 gesättigten Fließpapier.

Wie schön gleichmäßig die Diffusion bei dieser Versuchsanordnung auch mit KNO_3 gegen H_2O verlief, zeigte die Reaktion mit Diphenylschwefelsäure. Besonders bei den schwächeren Konzentrationen nahm die Blaufärbung durch das Reagens nach der Wasserseite allmählich ab, um schließlich ganz aufzuhören.

Auf Grund der letzten Versuche impfte ich die Platten erst, nachdem der Reizstoff schon 24 Stunden lang diffundiert hatte. Einige spezielle Versuche werden noch im nächsten Abschnitt zu erwähnen sein. Ferner wurden bei späteren Versuchen die Fließpapierstreifen zur Beschleunigung des Durchsaugens doppelt genommen und bis auf eine Entfernung von 1,7 cm aneinander gebracht, nachdem sich ein Zwischenraum von 1,2 bis 1,5 cm als unpraktisch klein erwiesen hatte.

b) Die Ergebnisse der Untersuchung.

Bei den Hauptversuchsreihen wurde als Reizstoff ausschließlich KNO_3 in den Konzentrationen 20% bis 0,00001% ver-

wendet. Sofern nichts Abweichendes angegeben ist, ist im folgenden stets KNO_3 als Reizstoff anzunehmen.

Ebenso diente stets, wenn nichts Besonderes bemerkt ist, Oscillatoria formosa als Versuchsobjekt.

Das zur Verwendung gelangende Wasser war im Glaskolben redestilliert worden.

1. Die Form der Fäden.

Bevor zur Besprechung der Versuche selbst geschritten werden kann, ist es nötig, eine kurze Übersicht über die Formen zu geben, welche die sich vom Impffleck ausbreitenden Fäden ohne oder unter dem Einfluß des Reizstoffs annehmen. Das ist um so wichtiger, als sich Beziehungen ergeben, welche umgekehrt einen Schluß von der Form der Fäden auf die Konzentration des Reizstoffs zulassen.

α) Oscillarienfäden, die man ins Wasser bringt, nehmen, wenn sie vorher gewunden oder gebogen gewesen sind, sofort eine fast geradlinige Form an, sie strecken sich. Da diese geradlinige Form auch stets bei der Ausbreitung auf Kieselplatten auftritt, wenn kein mechanischer oder chemischer Reiz eintritt, so stehe ich nicht an, sie, wie es auch von anderer Seite geschehen ist (4), als die normale zu bezeichnen. Die geradlinige Form tritt am schönsten in der strahligen Ausbreitung auf, in welchem Falle die Fäden genau radial vom Impffleck als Mittelpunkt ausgehen.

β) Eine zweite gut unterscheidbare Form bezeichne ich als die diffuse. Hier sind die Fäden nicht mehr ganz geradlinig, sondern allgemein mehr oder weniger schwach gebogen. Sie liegen regellos und ziemlich gleichmäßig durcheinander, so ein dichtes Gewirr bildend, in dem keine Richtung vorherrschend ist.

γ) Als dritte ist die lockige Form zu beschreiben. Die Fäden rollen sich mehr oder weniger kreisförmig zusammen und bilden Wirbel und Schleifen.

Großlockig sind die Fäden, wenn sich eine größere Anzahl eng aneinander legt und zu einer dicken Strähne vereint. Diese Form ist auf den Gipsplatten vorherrschend.

Kleinlockig kann man die Fäden bezeichnen, wenn sie einzeln liegen und fast durchweg genaue Kreisgestalt annehmen, wobei aber der Radius bedeutend kleiner ist als im vorbeschriebenen Falle. Die Photographie, Abb. 1 der Taf., gibt diese verschiedenen Formen einigermaßen wieder.

Die Bewegungsgeschwindigkeit des einzelnen Fadens ist bei den eben skizzierten Zuständen verschieden. Der Mittelwert aus 10 Messungen für die Geschwindigkeit der geradlinigen Form war: $48{,}6 \frac{\mu}{\text{Min.}}$. Wenig langsamer war die Geschwindigkeit der großlockigen Form mit: $43{,}8 \frac{\mu}{\text{Min.}}$, während die Bewegung in der diffusen Zone sich bedeutend langsamer abspielte. Hier ergab sich für die Geschwindigkeit der Wert: $31{,}7 \frac{\mu}{\text{Min.}}$.

Daß neben anderen Faktoren jedenfalls der Grad der Feuchtigkeit des Substrats von Einfluß auf die Fadenform ist, zeigten dahingehende Versuche.

Auf Kieselplatten, die tagelang an der Luft getrocknet hatten, fand die Ausbreitung vom Impffleck aus lockig statt.

Gegen geringere Unterschiede in der Feuchtigkeit reagierten die Oscillarien durch eine Veränderung ihrer Bewegungsgeschwindigkeit.

Bei einer in der Zimmerluft vollständig freistehenden Petrischale betrug die Ausbreitung vom Impffleck nach zwei Tagen 1,2 cm, war eine Glasglocke darüber gesetzt, so erreichte sie 1,8 cm, und war die Glocke innen mit feuchtem Fließpapier ausgekleidet, so war nach zwei Tagen fast die ganze Schale bis zum Rande von den Fäden durchzogen.

Zwei Erscheinungen sind es, die bei den makroskopischen Versuchen besonders augenfällig waren: eine Zonenbildung maximaler Ansammlung senkrecht zur Diffusionsrichtung und ein Zurückweichen der Fäden vor Reizstoffen. Während die erste Erscheinung besonders deutlich bei der Versuchsanordnung ohne Quarzsand war, trat die zweite erst bei der letzten Versuchsanordnung schön zutage.

2. Die Zonenbildung.

Die von Schindler beschriebene Zonenbildung [vgl. (31) S. 563 bis 570] wurde auch in meinen Stammkulturen auf Agar-Agar beobachtet, allerdings nur in wenigen Fällen, da ich meistens die grüne Species Oscillatoria formosa verwendete, welche die Erscheinung nicht so deutlich zeigt wie Phormidium autumnale; außerdem zog ich mein Material nachher ausschließlich auf Gipsplatten.

In der Entstehung nur wenig von den Schindlerschen Zonen abweichend war eine kreisförmige Zone, welche ich gleich zu Beginn meiner Versuche auf Kieselgallerte bemerkte. Die sich großlockig ausbreitenden Fäden bildeten um den Impffleck einen konzentrischen Ring maximaler Ansammlung, einmal mit dem Radius 1,5 mm, das andere Mal mit dem Radius 7,5 mm. Daß es sich hierbei wirklich um eine Erscheinung handeln mußte, die in einer Beziehung zu chemischen Reizstoffen stand, geht daraus hervor, daß sie bei sorgfältiger Wässerung des Impfflecks ausblieb. Die Entstehung der Ringe erklärte sich also daraus, daß der Impffleck nicht genügend gewässert war und noch etwas Nährlösung enthielt, und zwar im zweiten Fall erheblich mehr als im ersten, entsprechend der Größe des Radius.

Ungleich häufiger aber entstand eine geradlinige Zone stärkster Ansammlung senkrecht zur Diffusionsrichtung des Reizstoffes. Um ein ungefähres Bild von der typischen Gestalt und Verteilung der Fäden nach dem Impfen zu geben, möge zunächst ein einzelnes Beispiel besprochen werden, welches der Versuchsreihe III vom 30. X. 1913 entnommen ist und als Reizstoff KNO_3:2% enthielt (s. Abb. 1 der Tafel).

Die Ausbreitung der Fäden erfolgte in den beiden ersten Tagen ganz gleichmäßig geradlinig und radiär. Am 3. XI. begannen auf der Reizstoffseite in der Nähe des Fließpapiers die Fäden großlockig zu werden. Am 4. XI. hatten die Oscillarien auf beiden Seiten das Fließpapier erreicht und auf der Reizstoffseite — es ist das in den Untersuchungen durchweg die rechte Seite! — bis zur Entfernung 0,6 cm vom Fließpapier Locken gebildet. Am 8. XI. bot sich dem Auge folgendes Bild dar (s. Abb. 1 der Tafel): Rechts beginnend war die Zahl

der Fäden in der Nähe des Fließpapiers recht spärlich; sie nahm aber rasch nach links zu, um ihr Maximum, d. h. die Zone stärkster Ansammlung senkrecht zur Diffusionsrichtung, in der Entfernung 1,9 cm vom Fließpapier zu erreichen. Bis hierhin waren alle Fäden großlockig. Gleich hinter der Zone trat die diffuse Form auf bis zum Impffleck hin. Links von der Halbierungslinie der Kieselplatte hatte eine ganz gleichmäßige, schön strahlige Ausbreitung stattgefunden; nur ganz links direkt am Fließpapier bis zur Entfernung 0,6 cm befanden sich die Fäden in diffusem Zustande. Am 11. XI. war die ganze Platte mit lockigen Fäden bedeckt. Der Versuch wurde darauf unterbrochen.

Im wesentlichen verlief die Ausbreitung und Zonenbildung stets in dieser Weise. In den Einzelheiten traten aber je nach der Konzentration und der Art des Reizstoffes Verschiedenheiten auf. Ganz allgemein fand zu Anfang eine genau geradlinige, oft strahlige Ausbreitung statt, die auf der Seite des Reizstoffes desto eher in die lockige Form überging, je höher die Konzentration desselben war. Bei sehr starken Konzentrationen entstand rechts um das Fließpapier stets ein Feld, welches von Fäden frei war. In den angrenzenden Gebieten und bei niederen Konzentrationen am Fließpapier selbst nahmen die vereinzelt auftretenden Fäden die kleinlockige Form an. Das wurde besonders bei Säuren und Schwermetallsalzen beobachtet, also bei offenbar schädlich wirkenden Substanzen. Die Zone der stärksten Ansammlung war stets großlockig. Allgemein gingen die Fäden mit zunehmender Entfernung vom Reizstoff aus der kleinlockigen in die großlockige und aus dieser in die diffuse und schließlich in die geradlinige Form über. Sehr häufig trat die diffuse Form, seltener die lockige, auch unmittelbar am linken Fließpapier auf.

Wie sehr die Lage der Zone stärkster Ansammlung von der Konzentration des Reizstoffes abhängig war, zeigt die folgende Tabelle, worin die zweite Zeile die Entfernung der Zone vom rechten Fließpapier, also von der Reizquelle angibt.

Angesetzt am 30. X. 1913.

KNO_3	20	10	5	2	1	0,5	0,1 %
Entfernung der Zone am 8. XI. . . .	2,5	2,4	2,3	1,9	1,6	1,5	1(?) cm

Bei 0,1 % KNO_3 war die Zonenbildung schon undeutlich, bei noch geringeren Konzentrationen trat sie überhaupt nicht mehr ein. Dann wurden die meisten Fäden diffus bis auf die dicht am Reizstoff befindlichen, welche die großlockige Form annahmen. Trat in den Kontrollversuchen an die Stelle des Reizstoffs Wasser, so blieben zunächst sämtliche Fäden geradlinig, um erst später in die diffuse Form überzugehen. Große Locken bildeten sich selten und dann nur direkt am Fließpapier.

Die Ausbreitung der Fäden nach der Wasserseite schien immer — besonders bei höheren Konzentrationen — etwas stärker zu sein. Die Erklärung hierfür dürfte darin zu suchen sein, daß die Fäden rechts bald lockig wurden und dann nicht mehr so schnell fortkamen wie auf der linken Seite, wo sie geradlinig weiter krochen.

3. Repulsive Wirkung von Reizstoffen.

Schon in den ersten Versuchsreihen konnte man bei den höheren Konzentrationen von KNO_3 wahrnehmen, daß die Fäden rechts nicht bis an die Reizquelle, das Fließpapier, herankrochen, sondern sich nur bis zu einer bestimmten Grenze bewegten, so daß eine Zone entstand, in der sich gar keine oder doch nur sehr wenige kleinlockige Fäden befanden.

Deutlicher trat diese Erscheinung noch in den Versuchsreihen IIIb und IIIc vom 5. XI. und 10. XI. 1913 hervor, wo als Reizstoff Acid. mal.: 2%, $CuSO_4$: 1%, $MnCl_2$: 1%, $Pb(NO_3)_2$: 1% und $HgCl_2$: 0,5% verwendet wurden. Auch hier nahmen die Fäden auf der Reizseite sehr bald die Lockenform an und krochen über diese Zone nicht hinaus, offenbar eine Folge der schädlichen Eigenschaften der Reizstoffe, welche bei längerer Einwirkung auch zum Absterben der zunächst liegenden Fäden führten.

Eine völlig einseitige Ausbreitung nach der Wasserseite erhielt ich erst in der Versuchsreihe IV dank der durch die saugende Kraft des Quarzsandes beschleunigten Diffusion. Bei KNO_3: 10% kroch kein einziger Faden mehr nach rechts, während bei den niederen Konzentrationen — von 5% abwärts — stets links vom Impffleck eine stärkere Ausbreitung zu sehen war. Von 0,001% ab war keine Differenz mehr in der Aus-

breitung zu bemerken, die Fäden bewegten sich gleichmäßig geradlinig, ohne andererseits die rechte Seite zu bevorzugen.

Die Knopsche Nährlösung in den Konzentrationen 10, 1, 0,1% ließ die Fäden in ihrer Bewegungsrichtung absolut unbeeinflußt.

Eine sehr deutliche Repulsion zeigte sich gegenüber HCl als Reizstoff, wobei allerdings bald ein Absterben der Fäden erfolgte. Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der Versuchsreihe VII vom 7. 1. 1914:

HCl Spez. Gew. 1,10	Oscillatoria formosa	Phormidium autumnale
10%	Ausbreitung nur nach links. Am 8. I. abgestorben. Gelbfärbung, später Blaufärbung.	Ebenso, aber Rotfärbung.
1%	Ausbreitung rechts ganz gering, rechts deutliche Grenze. Am 8. I. abgestorben. Gelbfärbung.	Ebenso, aber Rotfärbung.
0,1%	Ausbreitung links stärker, rechts deutliche Grenzzone. Am 12. I. abgestorben. Rechts beginnende Gelbfärbung.	Ebenso, aber rechts Rotfärbung.
0,01%	Starke, gleichmäßige Ausbreitung. Freie Zone am rechten Fließpapier. Am 12. I. noch keine Verfärbung.	Ausbreitung gleichmäßig, aber schwächer als bei Osc. formosa. Am 12. I. noch keine Verfärbung.
0,001%	Sehr kräftige, gleichmäßige Ausbreitung. Am 12. I. keine Verfärbung.	Ausbreitung stärker als bei 0,01%. Keine Tendenz. Am 12. I. keine Verfärbung.

Bemerkenswert an dieser Versuchsreihe war, daß die Stärke der Ausbreitung mit abnehmender Konzentration von HCl ganz bedeutend zunahm, auch bei Phormidium autumnale, welches sich viel langsamer ausbreitete als die grüne Species. Als Beweis dafür, daß nicht bloß ein Absterben der Fäden, sondern wirklich eine negative Reaktion stattfand, konnte zunächst der Umstand dienen, daß das Absterben der Fäden bei den niederen Konzentrationen erst nach mehreren Tagen eintrat, bis zu welcher Zeit sie deutliche Bewegung zeigten. Kriechspuren sah man sogar in Gebieten in Nähe der Reizquelle, welche

von den Fäden verlassen worden waren, und zwar noch bei einer Konzentration von 10%.

Die abstoßende Wirkung der Salzsäure zeigten auch deutlich Versuche, in denen die Diffusionszeit vor dem Impfen Td verschieden groß gewählt wurde. Bezeichnet Zf die Breite der freien Zone links vom rechten Fließpapier, innerhalb deren sich keine Fäden befanden, so ergab sich die Tabelle:

Angesetzt am 12. I. 1914.
Abgelesen am 13. I. 1914.

Td =	0	1	2	3 Stunden
HCl : 1%	Zf = 2 mm, abgestorben.	Zf = 4 mm, abgestorben.	Zf = 5 mm, abgestorben.	Rechts kein Faden. Abgest
HCl : 0,1%	Zf = 2 mm, grün.	Zf = 2,5 mm, grün.	Zf = 3,5 mm, grün.	Zf = 5 mm, grün.

Nach links war die Ausbreitung kräftig erfolgt bis auf den Fall Td = 3, wo der Diffusionsstrom schon eine zu starke Hemmung hervorrief. Auffallend war, daß sich stets links vom Impffleck eine mehr oder weniger deutliche Zone bildete.

4. Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse.

Die vorstehend beschriebenen makroskopischen Versuche zeigen unzweifelhaft, daß überhaupt eine Einwirkung chemischer Agentien als Reizstoffe auf die Bewegung der Oscillarien stattfindet. Sie geben ferner schon ein ungefähres Bild davon, welcher Art die Beeinflussung ist.

Zunächst wird die Bewegungsform der sich geradlinig bewegenden Organismen durch die allseitige Einwirkung chemischer Stoffe weitgehend verändert. Abhängig von der Höhe der Konzentration des Reizstoffes gehen die Fäden aus der geradlinigen in die diffuse, großlockige oder kleinlockige Form über.

Die kleinlockige Form kann man vielleicht als den Zustand einer Schädigung auffassen.

Die großlockige Form, bei der sich oft Dutzende von Fäden dicht aneinander legen, kann sich sowohl unter Umständen bilden, die für den Organismus schädlich sind, als auch unter Verhältnissen, die seinem Fortbestehen unbedingt günstig sein

müssen. Im ersten Falle, wenn z. B. die schädliche Einwirkung von Schwermetallsalzen und Säuren ausgeht, findet mit dem weiteren Fortschreiten der diffundierenden Lösung ein Absterben der Fäden statt. Im zweiten Falle, wo KNO_3 oder Nährlösung als Reizstoff fungierten, blieben die Fäden frischgrün und vermehrten sich sogar manchmal. Damit stimmt die Tatsache überein, daß die Fäden auch großlockig werden, wenn sie auf ein Medium geimpft werden, welches schon bestimmte chemische Stoffe in genügender Konzentration enthält. Nur auf chemisch völlig reinen Kieselplatten kriechen die Fäden geradlinig.

Die diffuse Form endlich wurde stets bei sehr niedrigen Konzentrationen der chemisch wirksamen Stoffe beobachtet und auch dann, wenn die Fäden, ohne einen nachweisbaren chemischen Reiz zu empfangen, sich längere Zeit geradlinig bewegt hatten. Vielleicht ist die letzte Erscheinung auf den Einfluß der eigenen Stoffwechselprodukte zurückzuführen.

Mit der Begründung der Gestaltsveränderungen durch chemische Reize soll nicht gesagt werden, daß alle diese veränderten Formen nur der spezifische Ausdruck des Einflusses chemischer Agentien sind; sicherlich können sie auch durch andere Umstände hervorgerufen werden. Es wäre möglich, daß die so häufig am linken Fließpapier, der Wasserseite, und an den Rändern der Schalen beobachtete großlockige und diffuse Form auf eine mechanische Störung zurückzuführen wären. Auf den Einfluß der Feuchtigkeit wurde schon oben hingewiesen.

Auch über den Einfluß der von einer Seite her wirkenden chemischen Stoffe auf die Bewegungsrichtung der Oscillarien (Chemotaxis) lassen die bisherigen Versuche einige Folgerungen zu. In keinem der untersuchten Fälle ließ sich eine direkte Anlockung von der Reizquelle feststellen (positive Chemotaxis), hingegen unzweifelhaft eine Repulsion von der Reizquelle (negative Chemotaxis). Daß diese unter den bisherigen Versuchsbedingungen nicht sehr ausgiebig werden konnte, mag daher rühren, daß die Bewegung der Oscillarien zu langsam ist, um dem diffundierenden Reizstrome zu entgehen. Andererseits nehmen sie in Berührung mit chemischen Stoffen sehr bald die Lockenform an, wie oben erwähnt wurde. Wirkten

die Reizstoffe — z. B. HCl — stark schädigend, dann entstanden scharfe verfärbte Zonen, rechts von denen sich kein einziger Faden befand. Die Diffusion erfolgte also zu schnell, als daß es dem Organismus möglich war, nach links zu entweichen.

Ganz anders gestaltet sind die Zonen stärkster Ansammlung, die bei KNO_3 als Reizstoff so häufig beobachtet wurden. Zwar existiert eine scharfe Zone maximaler Ansammlung, aber jenseits davon nach der Reizseite zu befindet sich noch eine große Anzahl gesunder Organismen, die wie die Fäden in der Zone selbst sich immer durch große Beweglichkeit und frisch-grüne Farbe auszeichnen.

Die Bewegungsform der Oscillarien, wie sie unter der Einwirkung chemischer Konzentrationsgefälle zu beobachten ist, läßt schon Rückschlüsse auf die Art dieser Beeinflussung zu. Nach den Untersuchungen von Jennings (10) und besonders nach denen von Rothert (29) über Bakterien können taktische Reizbewegungen auf zweierlei Weise zustande kommen: erstens dadurch, daß der gereizte Organismus seine Körperachse in die Richtung des Reizgefälles einstellt und sich nunmehr in der Richtung zur Reizquelle hin- und herbewegt [Topochemotaxis, vgl. (23) S. 753 ff.], und zweitens dadurch, daß eine Ansammlung durch Übergangsreize von einer Reizstoffintensität in die andere erfolgt (Schreckbewegung, Phobochemotaxis). Alle bisherigen Untersuchungen scheinen dafür zu sprechen, daß es sich bei den Reizbewegungen der Oscillarien auf einseitig wirkende chemische Reize um eine typische Phobotaxis handelt, denn es kann nicht die Rede davon sein, daß die Oscillarienfäden gezwungen würden, topotaktisch eine bestimmte Richtung zum Reiz einzunehmen. Von einer genau definierten Achseneinstellung ist bei ihnen nichts zu bemerken. Ebensowenig ließ sich ein regelmäßiges Hinbewegen nach der einen oder anderen Richtung erkennen; das wirre Durcheinander der Fäden in den Zonen stärkster Ansammlung ließ eine solche Annahme gar nicht aufkommen. Schließlich machte auch das Fehlen einer deutlich positiven Reaktion in der Richtung des Reizstoffs das Vorhandensein einer Topotaxis unwahrscheinlich.

Hingegen lassen sich alle bisherigen Ergebnisse mit der

Annahme einer typischen Phobotaxis gut vereinen. Die Bildung der Zonen stärkster Ansammlung wird auf diese Weise leicht verständlich. Anfangs geschieht die Ausbreitung der Oscillarien auf den Kieselplatten vom Impffleck aus völlig geradlinig und strahlig. Gelangen aber die Fäden bei ihrem ziellosen Umherwandern zufällig an solche Stellen der Platte, wo eine Reizstoffkonzentration vorhanden ist, die auf ihr Fortbestehen ungünstig einwirkt, so kehren sie um. Andererseits kommen sie auch in Gebiete der Platte, welche die ihnen zusagende Reizstoffkonzentration enthalten. Bei einer Weiterbewegung können sie dann auf Reizstoffkonzentrationen stoßen, welche ihnen nicht zusagen. In diesem Falle reagieren sie daher phobisch und werden so in Gegenden der Platte festgehalten, die ihnen optimale Lebensbedingungen gewähren. Da nun für alle Fäden die Möglichkeit besteht, daß sie bei ihrer Wanderung an diese Orte kommen, sie aber, wenn sie sich zu weit vom Optimum entfernen, um mit Jennings zu sprechen, die Fluchtreaktion geben, so muß dort eine Zone stärkster Ansammlung entstehen, ganz so wie sie unter entsprechenden Verhältnissen auch bei den chemotaktisch reizbaren Bakterien als Bakterienniveau zu beobachten ist. Die Entfernung dieser Zone von der Reizquelle ist der Konzentration des Reizstoffes proportional, bzw. kann bei einem bestimmten Werte derselben bis an die Reizquelle selbst heranrücken. Das Verhalten der Oscillarien entspricht auch insofern dem der Bakterien und anderer niederen Organismen, als die phobische Reaktion bei diesen nicht nur unter dem Einfluß von in jeder Konzentration schädlichen chemischen Stoffen auftritt, sondern auch bei solchen, die nur in hohen Konzentrationen eine phobische Reaktion auslösen, sonst aber den normalen Verlauf des Stoffwechselprozesses fördern. Die Ansammlung in bestimmten optimalen Zonen wird bei den Oscillarien noch besonders dadurch unterstützt, daß sie in Berührnng mit dem bald allseitig wirkenden Reizstoff die Lockenform annehmen und so nur zu kleinen Ortsveränderungen befähigt sind.

Lassen somit die makroskopischen Versuche schon ziemlich sichere Schlüsse über die Art der chemotaktischen Bewegungen der Oscillarien zu, so mußte es doch in hohem Grade erwünscht

erscheinen, sie an den einzelnen Fäden selbst zu prüfen. Handelt es sich wirklich um eine Phobotaxis, so können die Oscillarien auf einen wirksamen Reiz stets nur mit einer Rückwärtsbewegung antworten, niemals kann eine positive Reaktion eintreten. Ferner erschienen diese Versuche an einzelnen Fäden auch insofern als besonders wünschenswert, als hier die Möglichkeit gegeben ist, die Einzelheiten der Schreckbewegung, welche bei den sehr kleinen und schnell beweglichen Bakterien sich nur schwer beobachten lassen, genauer zu studieren und so in das Wesen der phobotaktischen Bewegungen auf chemische Reize tiefer einzudringen.

II. Mikroskopische Untersuchungen.

Hatte die makroskopische Methode nur gestattet, das Verhalten einer größeren Anzahl von Organismen zu beobachten, so sollte die mikroskopische Methode die Aufgabe erfüllen, jeden Oscillarienfaden einzeln der Wirkung des Reizstoffes auszusetzen und seine Bewegung zu untersuchen. Dieses Ziel wurde durch nachfolgende Methodik erreicht.

a) Methodik.

Als Substrat verwandte ich wie bei den makroskopischen Versuchen Kieselplatten. In die Mitte derselben wurde der Impffleck gebracht, der aus mehrstündig gewässerten, einer Gipsplattenkultur entnommenen Oscillarien bestand. Hatten sich die Fäden über die ganze Platte oder einen Teil derselben ausgebreitet, so wurden aus der Gallerte mit einem Präpariermesser kleine Stücke herausgeschnitten und mit den auf diese Weise isolierten Fäden in sogenannte Embryoschälchen gelegt. Um die Durchsicht zu erhöhen und ein zu rasches Austrocknen zu verhindern, wurde das Stückchen Gallerte mit einem Tropfen Wasser von u n t e n her angefeuchtet und darauf das Schälchen mit einem eigens angepaßten, etwa 1,5 mm dicken Deckglas verschlossen. Von diesen Schälchen setzte ich stets eine ganze Reihe an, um das beim Entnehmen aus der Petrischale erschütterte Material wieder zur Ruhe kommen zu lassen. Wurde mit schwacher Vergrößerung gearbeitet, so konnte während der

Beobachtung das Deckglas auf dem Schälchen belassen werden. Ein anfängliches Beschlagen desselben störte nicht mehr erheblich die Durchsicht, sobald die kondensierten Tröpfchen eine gewisse Größe überschritten hatten. Bei stärkerer Vergrößerung mußte das Deckglas während der Beobachtung entfernt werden. Erlaubte das die Länge der Untersuchung wegen des damit verbundenen Feuchtigkeitsverlustes nicht — es wurde oft ein Faden mehrere Stunden lang beobachtet —, so wurde die Kieselgallerte auf einen gewöhnlichen Objektträger gebracht und ein Glasring von etwa 3 mm Höhe herumgelegt. Die ständig feucht gehaltene Kammer wurde durch ein dünnes Deckgläschen verschlossen.

Der chemische Reizstoff selbst wurde mit Hilfe einer Kapillare auf das Substrat gebracht. Die Kapillare, welche bei der Kleinheit der Objekte und der starken Vergrößerung außerordentlich fein sein mußte, wurde durch zweimaliges Ausziehen einer Glasröhre von 0,7 cm Dicke hergestellt. Die Breite der Kapillare betrug dann zwischen 70 und 100 μ. Besonders geeignet waren solche Kapillaren, die in einer Entfernung von etwa 1,5 mm hinter der Spitze rechtwinklig umgebogen waren, da auf diese Weise eine direkte Berührung des Fadens leichter vermieden werden konnte. Vorteilhaft war es auch, wenn der Durchmesser der Kapillare möglichst schnell zunahm. Der Reizstoff wurde in die Kapillare eingesaugt und vor dem Versuch ein kleines Tröpfchen durch Blasen an ihre Spitze gebracht. Wenn die Kapillare sich nach dem Ende zu stark verjüngte und außerdem noch gebogen war, so fand ein Zurückfließen des Tropfens in die Kapillare hinein niemals statt. Häufig aber glitt der Tropfen außen in die Höhe. Dies vermied ich dadurch, daß ich dicht hinter die Spitze etwas Fett (Vaseline) brachte.

Die richtige Ausführung der Reizung selbst erforderte einige Übung. War ein geeigneter, gut beweglicher Faden mit seiner Spitze in die Mitte des Gesichtsfeldes eingestellt worden, so wurde, während die Hand auf dem Objekttisch des Mikroskops fest auflag, das Reizstofftröpfchen an der Kapillare vorsichtig vor die Spitze des Fadens gebracht. Um die mechanische Wirkung des schnell auseinanderfließenden Tropfens etwas zu

mildern, erwies es sich als ratsam, die Gallerte vor dem Versuch etwa eine halbe Stunde ohne Deckglas stehen und trocknen zu lassen und ferner das Tröpfchen in einer Entfernung von etwa 0,5 mm von der Fadenspitze auf die Unterlage zu bringen. Wie Versuche mit Gentania-Violett-Lösung zeigten, breitete sich dann die Flüssigkeit ziemlich langsam in einem Kreise aus, der in seiner Peripherie den Oscillarienfaden nur an seiner Spitze berührte. Nicht zu vergessen ist hierbei, daß die Oberflächenspannung verschiedener Stoffe nicht dieselbe ist. Alkohol z. B. erforderte ein langes Austrocknen der Gallerte, weil sonst der Faden durch den kleinen Tropfen sofort weggerissen wurde.

Die Beobachtung geschah stets mit demselben Okular (Leitz No. 2), dem ein Mikrometer eingefügt war.

Die Zeit wurde an dem Sekundenzeiger einer Taschenuhr abgelesen.

b) Vorversuche.

Ehe an die eigentlichen Reizversuche gegangen werden konnte, war es nötig, eine ganze Reihe schnell auftauchender Bedenken zu zerstreuen, die sich dagegen richteten, daß die bei Benutzung der beschriebenen Methode zu beobachtenden Reaktionsbewegungen der Oscillarien auch wirklich allein auf die Reizwirkung des untersuchten chemischen Agens zurückzuführen waren. Zu diesem Zwecke mußte eine ganze Reihe von Vorversuchen angestellt werden.

1. Äußere Nebeneinflüsse.

Zunächst galt es zu zeigen, daß die durch die Versuchsanordnung notwendig bedingten Eingriffe in den Zustand des Versuchsobjekts und den seiner Umgebung ohne Einfluß auf die Reaktion sind.

Da beim Zerschneiden der Kieselplatte verletzte geradlinige Fäden häufig in ihrer ganzen Länge die Form einer Sinuskurve annahmen, sich also stark krümmten, so lag die Vermutung nahe, daß die Oscillarien auf direkte Berührungsreize, wie sie etwa die Kapillare veranlassen konnte, reagieren. Die dahin gehenden stets zehnmal an verschiedenen Exemplaren wiederholten Versuche hatten folgendes Ergebnis:

1. Ein ein- oder zweimaliges Berühren des Substrats mit der Kapillare dicht vor dem Fadenende, wie es etwa bei der beschriebenen Methode eintritt, und die dadurch hervorgerufene schwache Erschütterung des Mediums und des Fadens übten in keinem Falle auf Form und Bewegung des Fadens eine Wirkung aus. Der Faden setzte seine Bewegung stets unverändert fort.

2. Auch eine starke Erschütterung des Mediums durch die Kapillare hatte keine Reaktion des Fadens zur Folge.

3. Eine direkte Berührung des Fadens an der Spitze verursachte, allerdings zumeist erst nach einer zweiten Reizung, ein Zurückweichen des Fadens, eine Umkehr der Bewegung. Geschah die Berührung von der Seite, so fand ebenfalls fast stets eine negative Reaktion statt.

Aus den Versuchen geht hervor, daß man eine direkte Berührung des Fadens vermeiden muß, daß aber die Erschütterung, welche durch Berührung der Gallerte entsteht, ohne Wirkung auf die Oscillarie ist.

Weiter galt es das Bedenken zu beseitigen, daß durch den auseinanderfließenden Tropfen der Faden beeinflußt werden könnte.

Für die Versuche wurde statt des Reizstoffs destilliertes Wasser verwendet, wobei natürlich von vornherein nicht zu sagen war, ob destilliertes Wasser nicht selbst als Reiz wirkte.

Von 22 positiv laufenden Fäden ging bei der ersten Reizung kein einziger in die negative Richtung über, bei einer kurz darauf erfolgenden zweiten Reizung änderten drei Fäden die Richtung. — Bei einer späteren Untersuchung, bei der jede Oscillarie mehrere Minuten lang beobachtet wurde, ging von 36 Fäden nach 30 Sekunden ein einziger zurück, nach 60 Sekunden noch weitere zwei. Das Zurückweichen noch einiger Fäden nach einer größeren Anzahl von Minuten war auf andere Umstände zurückzuführen, die im nächsten Abschnitt zu erörtern sind. — Oft sichtbar war sofort nach der Berührung des Tropfens ein nur geringes Zurückweichen des Fadens, das unmittelbar darauf wieder ausgeglichen wurde. Es handelte sich hierbei um eine schwache, rein mechanische Wirkung des strömenden Wassers, die nicht immer ganz zu vermeiden, aber für die

endgültige Reaktion der Oscillarie bedeutungslos war (vgl. S. 315).

Durch die Versuche war erwiesen, daß ein für das Ergebnis merkbarer Einfluß durch die strömende Kraft des auseinanderfließenden Tropfens auf den Faden nicht ausgeübt wurde. Es war nur auf die Wahrung des nötigen Abstandes der Kapillare von dem Fadenende zu achten, damit der Tropfen den Faden nicht mit sich fortriß und so zu einer stärkeren rein mechanischen Bewegung bzw. Krümmung veranlaßte.

2. Innere Nebeneinflüsse.

War es verhältnismäßig leicht gewesen, die äußeren Einflüsse, welche die Reaktion verändern konnten, durch geeignete Handhabung der Methode zu eliminieren, so setzten diesem Bestreben die inneren Einflüsse, die sich aus dem besonderen physiologischen Zustand des Organismus ergaben, viel größere Schwierigkeiten entgegen.

War als erste Bedingung für eine einwandsfreie Untersuchung schon im ersten Teile die Forderung aufgestellt worden, daß die zur Verwendung gelangenden Fäden nur geradlinig sein durften, so kam jetzt noch als zweite Notwendigkeit hinzu, daß die Fäden möglichst lange die einmal eingeschlagene Bewegungsrichtung beibehalten sollten. Bekanntlich ändern nun aber die Oscillarien unter gewöhnlichen Bedingungen häufig ihre Bewegungsrichtung; sie bewegen sich ohne Unterlaß hin und her.

Es wurden darauf Untersuchungen angestellt, ob und welchen Gesetzmäßigkeiten diese Hin- und Herbewegung der Oscillarien unterliegt. Betrug das Impfalter der Fäden zwei Tage, so trat ein Wechsel der Bewegungsrichtung bei den 8 beobachteten Fäden ein:

bei I nach (16), 19, 17, 49, 20 Min.
„ II „ (29), 8, 14, 13, 10, 9, 14, 12, 13, 17, 49 Min.
„ III „ (40), 22, 12, 11, 5, 5, 4, 5, 4, 3, 3, 3, 3, 4, 3, 3, 3, 3, 3 Min.
„ IV „ (22), 3, 15, 5, 12, 4, 2, 2, 3, 5, 5, 6 Min.
„ V „ (8), 3, 2, 9, 6, 7, 14, 10, 4, 7, 13, 10, 6, 9, 11, 11 Min.
„ VI „ (2), 11, 7, 7, 3, 4, 5, 15, 21, 21, 40 Min.
„ VII „ (8), 36, 21, 20 Min.
„ VIII „ (3), 6, 3, 10, 93, 28, 23, 20, 21, 19, 18 Min.

Berechnet man aus diesen 81 Werten für jede bestimmte Zahl von Minuten die Anzahl der zu dieser Zeit stattfindenden Umkehrungen und drückt sie in Prozenten der Gesamtzahl der Richtungswechsel aus, so ergibt sich:

nach	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Richtungswechsel:	0	3,7	17,3	7,4	8,6	4,9	4,9	1,2	3,7	4,9	4,9	3,7	3,7	3,7

15	16	17	18	19	20	21	22	23	28	36	40	49	93	Minuten
2,4	0	2,4	1,2	2,4	3,7	4,9	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2,4	1,2 %	

Trotz der Unregelmäßigkeit des Zahlenverlaufs sieht man aus dieser Zusammenstellung, daß der Richtungswechsel am häufigsten nach 3 Minuten eintritt. Für die höheren Zeitwerte wird seine Zahl bald sehr klein. Es ist wohl anzunehmen, daß bei einer größeren Anzahl von Beobachtungen die Abnahme der Zahl der Richtungswechsel mit wachsender Zeit gleichmäßiger stattfinden würde.

Eine zweite größere Tabelle, aus 500 Beobachtungen bestehend — jeder Faden wurde 10 Minuten lang nach jeder Minute kontrolliert —, ergab, daß

nach	1	Min.	8%
„	2	„	12%
„	3	„	16%
„	4	„	26%
„	5	„	30%
„	6	„	32%
„	7 bis 9	„	34%

der beobachteten Fäden ihre Bewegungsrichtung geändert hatten.

Wurden aus dieser Statistik stärker gekrümmte und ganz kurze Fäden ausgeschlossen, so wurde der Prozentsatz der nach einer bestimmten Zeit beobachteten Richtungswechsel etwas geringer. Ein Richtungswechsel war dann

nach	1	Min.	bei	0%
„	2	„	„	4,8%
„	3	„	„	9,5%
„	4	„	„	21,4%

nach 5 Min. bei 23,8%
„ 6 „ „ 26,2%
„ 7 bis 9 „ „ 28,6%

aller beobachteten Fäden eingetreten.

Auch bei dieser Tabelle ist wie bei der ersten das starke Anschwellen der Zahl der Richtungswechsel zwischen 3 und 4 Minuten bezeichnend. Derartig oft die Richtung wechselnde Fäden konnten aber für chemotaktische Versuche nicht geeignet sein; eine größere Konstanz der Bewegung war dringend erwünscht. Zur Erreichung dieses Zieles führte mich die Beobachtung, daß mit zunehmendem Impfalter der Bewegungswechsel der Fäden häufiger wird.

Bei einer Beobachtungszeit von 10 Minuten und einem Impfalter von einem Tage kamen auf 31 Versuche 8 Richtungsänderungen, bei einem Impfalter von zwei Tagen auf 10 Versuche 5 Richtungsänderungen und bei einem Impfalter von fünf Tagen auf 9 Versuche 4 Richtungsänderungen. Nimmt man den Quotienten aus Versuchszahl und Anzahl der Richtungswechsel, so erhält man für das Impfalter

von 1 Tage den Wert: 5,2
„ 2 Tagen „ „ 3,3
„ 5 Tagen „ „ 3

Diese Zahlen weisen darauf hin, daß die Häufigkeit des Richtungswechsels der Fäden von ihrem Impfalter abhängig ist. Als erste Bedingung für die Zuverlässigkeit der Resultate ergab sich so das Erfordernis frischen Materials. Deshalb wurden an demselben Tage stets zwei Petrischalen geimpft, so daß die zur Verwendung gelangenden Fäden meist nicht älter waren als 20 Stunden. Gebrauchte ich ältere Fäden, so ließen die Reaktionen die nötige Einheitlichkeit vermissen, auch sank die Geschwindigkeit der Fäden stark.

Da die Oscillarien die Bewegung nicht ruckweise und plötzlich sistieren, sondern allmählich langsamer werden, um schließlich umzukehren, so erhielt ich eine weitere Sicherheit für zuverlässige Ergebnisse, wenn ich die Bewegung der Fäden vor dem Reizversuch 4 Minuten lang beobachtete und, falls die Geschwindigkeit nachließ, die betreffenden Fäden als unbrauchbar verwarf.

Als ungeeignet erwiesen sich stark gebogene und zu kurze Fäden. Ihre Länge soll im allgemeinen nicht weniger als 2 mm betragen.

Zusammenfassend folgt aus den Vorversuchen, daß nur dann eine ausreichende Zuverlässigkeit für die Einhaltung der anfänglichen Bewegungsrichtung besteht, wenn

1. nur gerade oder wenig gebogene und möglichst lange Fäden verwendet werden,

2. wenn ihr Impfalter 20 Stunden nicht wesentlich übersteigt und

3. wenn vor dem Versuch die Geschwindigkeit des Fadens 4 Minuten lang auf ihre Konstanz beobachtet wird.

Werden diese Punkte beachtet, so ist die Gefahr, daß ein Faden ohne Reizwirkung plötzlich seine Bewegungsrichtung ändert, auf ein Minimum reduziert und die Beobachtung einwandsfrei, besonders da nie aus einzelnen Versuchen, sondern nur aus Versuchsreihen Schlüsse gezogen werden.

c) Hauptversuche.

Bevor auf spezielle Untersuchungen eingegangen werden kann, ist es nötig, den Verlauf eines Versuches in seinen typischen Einzelheiten an einem Beispiel vor Augen zu führen.

1. Allgemeiner Verlauf eines Versuches.

Nachdem sich während der ersten 4 Minuten der Beobachtung keine oder nur eine unerhebliche Änderung der Geschwindigkeit des Fadens gezeigt hatte, wurde das Okularmikrometer auf das in der Bewegungsrichtung liegende Ende des Fadens eingestellt und dieses dem Reize ausgesetzt. Meist wich der Organismus sofort schnell mit der gereizten Spitze im Gesichtsfeld mehr oder weniger weit zurück. Nach kurzer Zeit, im allgemeinen nach wenigen Sekunden, bewegte sich aber die Spitze wieder um ein der plötzlichen Rückwärtsbewegung entsprechendes Stück im Gesichtsfeld vorwärts. Je nach dem Reizstoff konnte nun die Bewegung des Fadens in der ursprünglichen Richtung fortgesetzt werden, oder aber sie ging aus der positiven in die negative über, wobei unter posi-

tiver Bewegung hier die von der Fadenspitze nach der Reizquelle zu gerichtete verstanden wird. Im letzteren Falle konnte nach längerer Beobachtung häufig eine Umkehr in die ursprüngliche Richtung beobachtet werden. Sowohl das positive als auch das negative Fadenende wurden an verschiedenen Exemplaren der Reizwirkung ausgesetzt.

Während ich anfangs in dem schnellen Zurückweichen der Spitze im Gesichtsfeld bei Beginn der Reizung ausschließlich eine Reizwirkung erblicken zu sollen glaubte, stellte es sich bald heraus, daß das erste plötzliche Zurückschnellen der Fadenspitze einen ganz anderen Charakter besitzt und mehr oder weniger passiver Natur ist. Zwei Ursachen sind es, durch die es hervorgerufen wird.

Zunächst kann durch die mechanische Kraft des auseinanderfließenden Tropfens der Faden ein wenig aus seiner ursprünglichen Lage nach rückwärts verschoben werden. Wie spezielle Versuche mit Wassertropfen ergaben (vgl. S. 311), ist diese mechanische Wirkung des Tropfens nur sehr gering, und wird sich bei vorsichtigem Arbeiten die Fadenspitze nie um mehr als 8 μ verschieben.

Weit wichtiger ist die zweite Ursache, die zu der anfänglichen plötzlichen Rückwärtsbewegung der Oscillarien Veranlassung gibt. Mein Verdacht, daß es sich hier nicht um eine Reizerscheinung, sondern um Kontraktionen handelte, welche der Faden infolge der in den Oscillarienzellen durch den Reizstoff hervorgerufenen Druckveränderungen erfährt, wurde durch Versuche bestätigt. Da es nötig war, den ganzen Faden zu gleicher Zeit zu beobachten, so wurden nur kurze Fäden untersucht und dabei festgestellt, daß sie sich bei Berührung mit dem Reizstoff an beiden Enden zurückzogen, das heißt, sich verkürzten, da sie sich im allgemeinen nicht krümmten; z. B. blieben die Fäden bei hochkonzentrierter Harnstofflösung (5 Mol), welche ebenso wie eine solche von K_2CO_3 eine sehr kräftige Kontraktion zur Folge hatte, vollständig gerade und zeigten auch später nach dem Reiz keine negative Reaktion. Andererseits konnten Reizstoffkonzentrationen, welche keine merkliche Kontraktion mehr hervorriefen, doch noch deutlich eine negative Reaktion nach sich ziehen, so z. B. H_2SO_4 : 0,1 % und H_3PO_4 : 0,5 %.

Je nachdem das chemische Agens den Faden von der Seite oder nur an der Spitze berührte, war die Kontraktion stärker oder geringer, was aber auf den Einfluß der negativen Reaktion keinen Einfluß hatte. Da die Stärke der Zusammenziehung des Fadens nicht unerheblichen Schwankungen unterworfen und bei allseitiger Reizung des Organismus am ausgiebigsten war, so ist anzunehmen, daß sich im wesentlichen derjenige Teil des Fadens kontrahiert, der von dem Reizstoff benetzt wird, was auch mit der Beobachtung im Einklang steht, daß sich das gereizte Ende stets mehr zurückzog als das ungereizte. Wie schon Brand (2) gezeigt hat, hängen diese Verkürzungen der Fäden der Oscillarien von der Konzentration des verwendeten Reizstoffes, also von dem osmotischen Druck der umgebenden Lösung ab. Diese Kontraktionen stellen keine Todeserscheinungen dar, denn sehr bald beginnen die Fäden sich wieder gerade zu strecken, bis sie ihre ursprüngliche Länge erreicht haben. Das Maximum der Kontraktion beobachtete ich bei K_2CO_3, wo sie bis 16% der Fadenlänge betrug. Der Rückgang der Kontraktion erfolgte im allgemeinen schon nach wenigen Sekunden.

Ob bei den Kontraktionen Plasmolyse eintrat, wie es Brand (2) für die Cyanophyceenzellen auf Grund seiner Versuche mit HNO_3 und Glyzerin behauptet, vermag ich nicht zu entscheiden. In keinem Falle vermochte ich auch nur ein beginnendes Ablösen des Plasmaschlauches wahrzunehmen.

Nachdem durch die vorhergehenden Untersuchungen gezeigt worden ist, daß das sofort nach der Reizung auftretende Zurückweichen der Spitze des Fadens im Gesichtsfeld nicht reizphysiologischer Natur und von der eigentlichen Reizreaktion auch zeitlich leicht zu trennen ist, so daß es ohne Schwierigkeit bei den Beobachtungen ausgeschaltet werden konnte, so kann man diese als einwandsfrei betrachten. Als zahlenmäßiges Beispiel für das Verhalten der Oscillarien unter dem Einfluß eines Reizstoffes möge jetzt die folgende Tabelle gegeben werden.

In ihr bedeuten das positive und das negative Zeichen stets die oben definierte Richtung der Bewegung. Die Zahl hinter = gibt die Kontraktion unmittelbar nach dem Reize an.

Sämtliche Zahlen bedeuten die Anzahl der zurückgelegten Teilstriche des Okularmikrometers, welche, um die Übersicht nicht zu erschweren, nicht in das gewöhnliche Maßsystem umgerechnet sind, Verwendet wurde stets Objektiv III[1] (Leitz). Nach der Kontraktion fand die nächste Ablesung in 30 Sekunden, die folgende nach 60 Sekunden und so fort jede Minute statt, wie über jeder Ablesung angegeben ist. Die notierten Zahlen geben unmittelbar die Geschwindigkeit des Fadens an. Zwei senkrechte Striche machen auf eine Umkehr der Bewegungsrichtung aufmerksam. Veränderungen in der Form des Fadens sind an den betreffenden Stellen vermerkt.

21. VII. 1914.
Impfalter 20 Stunden. H_2SO_4 : 1%. Fadenlänge: 48 (Obj. I).

1 2 3 4 1/2
1. + 7; + 6,5; + 6; + 6; Reiz: ≡ 1; + 2; deutlicher Bogen hinter der
1 2 3 4 5 6 7 8
Spitze. — 1,5; — 1,5; der Bogen geht zurück; — 3; — 5; — 4; — 3; — 1,5; — 1,5;
9 10 11 12 13 14
— 1; — 1,5; ‖ + 1,5; + 3; Ringelung vor der Mitte. + 1; + 0,5; Ringelung
15 16 17 18
stärker. + 0,5; + 0,5; Ringelung auch hinter der Mitte. 0; ‖ — 0,5; Ringelung
19 20 21 22
nimmt ab. 0; ‖ — 1; Faden gerade. 0; ‖ + 1,5; starke Ringelung. ± . . .

Fadenlänge: 52 (Obj. I).

1 2 3 4
2. + 7,5; + 8; + 7; + 7; Reiz: ≡ 0; großer Bogen hinter der Spitze.
1/2 1 2 3
— 2; starke Ringelung. — 1; Ringelung schwächer. — 1,5; — 1; Faden gerade.
4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
— 3,5; — 5,5; — 3; — 3; — 8,5; — 7,5; — 7; — 8; — 8; — 8; — 7,5; — 7,5;
16 17 18 19
im hinteren Teile ein Bogen. — 7; — 6,5; der Bogen wird größer. — 6,5; — 5,5;
20 21 22 23 24 25
— 5,5; das andere Ende bewegt sich im Bogen. — 5,5; — 4; — 4; — 4; — 2,5;
26 27
— 2; — 1,5; — 0,5; 0; 0; 0; ± . . .

Fadenlänge: 29 (Obj. I).

1 2 3 4 1/2 1 2 3 4
3. + 8; + 8; + 8,5; — 8,5; Reiz: ≡ 2; Werfung. — 0,5; 0; — 1; 0; 0; . . .

Fadenlänge: 54 (Obj. I).

1 2 3 4 1/2
4. + 7; + 7; + 7,5; + 7,5; Reiz ≡ 2; — 1; zwei große Bogen in der

[1]) Für Objektiv III ist ein Teilstrich des Mikrometers gleich 17,7 μ, für Objektiv I gleich 59,35 μ.

1 2 3
Mitte. — 0,5; Bogen wird größer. — 1,5; Bogen schwächer. — 1; Faden gerade.
4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
— 2,5; — 3; — 2,5; — 1; — 2; — 1; — 1; — 1,5; — 1; — 1; — 1; — 0,5;
16 17 18 19 20 22
— 1; — 1; — 1; — 1; — 0,5; — 2,5; der Faden zieht einen anderen mit sich.
23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35
+ 0,5; 0; — 0,5; 0; — 0,5; — 0,5; 0; 0; — 0,5; — 0,5; 0; + 0,5; 0; Ringe-
36
lung in der Mitte 0.

Fadenlänge: 54 (Obj. I).

1 2 3 4
5. + 8,5; + 9; + 9; + 9; Reiz: ≡ 0; starker Bogen hinter der Spitze.
½ 1 2 3 4 5 6
— 1,5; — 2; — 0,5; Bogen schwächer. — 3,5; Faden gerade. — 4,5; — 3; — 1;
7 8 9 10 11 12 13 14 || 15 16 17 || 18
— 1; 0; — 0,5; — 0,5; — 0,5; — 0,5; 0; — 0,5; || + 1; + 5; + 1; || — 1,5;
— . . . ± . . .

22. VII. 1914.
Impfalter 15 Stunden. H_2SO_4: 0,1 %. Fadenlänge: 50 (Obj. I).

1 2 3 4 ½ 1 2 3 5
1. + 5; + 6; + 6; + 6; Reiz: ≡ 0,5; — 3,5; — 3; — 7; — 7,5; — 13,5;
6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
— 6,5; — 6; — 7; — 6; — 6; — 5,5; — 6,5; — 6,5; — 7; — 6,5; — 6; — 6,5;
18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29
— 6; — 7; — 6; — 7,5; — 6,5; — 7; — 6,5; — 6,5; — 6,5; — 6; — 6; — 6;
30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40
— 6; — 6,5; — 6; — 6; — 6; — 7; — 6; — 5; — 6,5; — 6; — 5; Bogen in der
41 42 43 44 45
Mitte. — 4; — 4,5; — 4,5; — 5; — 5,5; — . . .

Alter 5 Stunden. Fadenlänge: 42 (Obj. I).

1 2 3 4 ½
2. + 7,5; + 7,5; + 7,5; + 7,5; Reiz: ≡ 0; Werfung. + 2; Ringelung
1 2 3 4
hinter der Spitze. — 1; Ringelung schwächer. — 2; Faden gerade. — 5,5; — 7;
5 6 7 8 9 || 10 11
— 7,5; — 6,5; — 7; — 7; — 6,5; || + 2,5; + 7; + . . .

23. VII. 1914.
Impfalter 24 Stunden. Fadenlänge: 50 (Obj. I).

1 2 3 4 ½ 1
3. + 5,5; + 5,5; + 5,5; + 6; Reiz ≡ 0; + 1,5; + 0,5; Bogen in der
2 3 4 5 6 7 8 9
Mitte geht schnell zurück. — 3; — 2,5; — 2,5; — 2,5; — 2; — 3,5; — 3; — 2,5;
10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
— 1,5; — 1,5; — 1; — 1,5; — 1; — 4; — 4; — 4,5; — 4,5; — 4,5; — 4,5;
21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31
— 4,5; — 4,5; — 5,5; — 5; — 4,5; — 4,5; — 4,5; — 4,5; — 4,5; — 5; — 4,5;

32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43
— 5,5; — 5; — 5; — 5,5; — 5; — 5; — 5; — 5,5; — 5; — 4,5; — 4,5; — 5;
44 45 46 47 48 49
— 4,5; — 4; — 3,5; — 4; — 3; schwache Ringelung am anderen Ende. — 3,5;
50 51 52 53 54 55
— 2,5; — 2; — 2; — 2,5; — 2,5; — 2,5; — . . . Nach 75 Minuten kehrt der Faden um!

2. Die negative (phobische) Reaktion.

a) Reizung an einem Fadenende.

Von besonderer Wichtigkeit mußte es sein, die negative (phobische) Reaktion der Oscillarien, welche durch die makroskopischen Versuche zum mindesten wahrscheinlich gemacht worden war, auf mikroskopischem Wege zu bestätigen und in ihre Einzelheiten zu zerlegen. Wie zu vermuten war, trat die phobische Reaktion zunächst stets bei hochkonzentrierten Lösungen fast aller bisher untersuchten Stoffe auf; außerdem wurde sie bei Säuren näher untersucht.

Die Bewegungsumkehr der Spitze der Oscillarien tritt, nachdem die Kontraktion bzw. Rückwärtsbewegung, welche bei bloßer Berührung der Spitze durch den Tropfen nur gering ist, ausgeglichen ist, bei höheren Konzentrationen der Reizstoffe und bei stark repulsiv wirkenden Stoffen innerhalb der ersten 30 Sekunden, bei niedrigeren Konzentrationen aber selten später als nach 60 Sekunden ein. In Zusammenhang mit der Rückwärtsbewegung, also nach Ausgleich der Kontraktion, erfolgt meist bald eine Gestaltsveränderung eines Teiles des Fadens, die je nach der Stärke des Reizes verschieden ist. In ihrer schwächsten Form besteht sie in einer kaum merklichen Wellung des Fadens, die ich als »Werfung« bezeichnet habe. Ist der Reiz stärker, so bildet sich direkt oder in kurzer Entfernung hinter der Spitze entweder ein Bogen, oder der Faden schlängelt sich in mehreren im wesentlichen gleich großen Windungen, welchen Zustand ich »Ringelung« genannt habe. Diese Ringelung geht oft in einen einzigen größeren Bogen über, sie kann aber auch bestehen bleiben und sich verstärken. Mitunter wird aus dem Bogen eine Schlinge, ja in seltenen Fällen sogar eine mehrfache Schlinge, ein Zopf.

Die Gestaltsveränderung bildete sich am häufigsten unmittelbar hinter der gereizten Spitze oder in der Mitte des Fadens. Seltener war bei langen Fäden auch ein Bogen hinter der Mitte zu beobachten.

Betrachtet man die negative, also die dem Reiz entgegengesetzte Seite des Fadens während der Bildung des Bogens oder der Ringelung, so behält sie zunächst ihre Bewegung unverändert bei. Bald wird sie aber langsamer, um schließlich ganz aufzuhören und dann in die umgekehrte Bewegungsrichtung überzugehen. Zur selben Zeit läßt der Bogen nach, die Formveränderung gleicht sich aus, der Faden wird wieder gerade. Zugleich findet die Rückwärtsbewegung schneller statt.

Wird der Faden an seinem negativen Ende mit einem repulsiv wirkenden Stoffe gereizt, so sieht man zunächst ebenfalls eine Kontraktion eintreten, der eine ausgleichende positive Bewegung folgt, was zunächst den Anschein erweckt, als ob der Faden positiv reagierte. Die dann aber erfolgende negative Bewegung pflegt gewöhnlich gegenüber der ursprünglichen beschleunigt zu sein. Bei keinem Stoffe trat je eine positive Reaktion ein.

β) Gleichzeitige Reizung an beiden Fadenenden.

Besonderes Interesse mußten wegen ihrer Eigenart diejenigen Reaktionen der Oscillarien wachrufen, welche dann erfolgten, wenn der Faden an beiden Enden zu gleicher Zeit chemisch gereizt wurde. Es tritt hier nämlich fast stets die bei Reizung an einem Ende seltene Erscheinung ein, welche ich schon im vorigen Abschnitt erwähnte und als Zopfbildung bezeichnete. Bedingung für das Zustandekommen des Zopfes bei Reizung an beiden Enden war nur, daß der Reizstoff repulsiv genug wirkte. Zur besseren Verdeutlichung der Erscheinung möge die Abb. 1, S. 321, dienen.

Wie zumeist bei den negativen Reaktionen fand zunächst eine Ringelung oder Bogenbildung an einer oder mehreren Stellen des Fadens statt. Diese Krümmung verstärkte sich an einer Stelle, so daß es zur Bildung einer Schlinge, also zu einer räumlichen Bewegung des Fadens kam, während sich sonst die Krümmungserscheinungen stets in der Substratebene

abspielten. Die Bildung dieser ersten Schlinge erforderte eine Zeit von mindestens zwei Minuten. War erst eine Schlinge vorhanden, so folgten noch mehrere verhältnismäßig rasch.

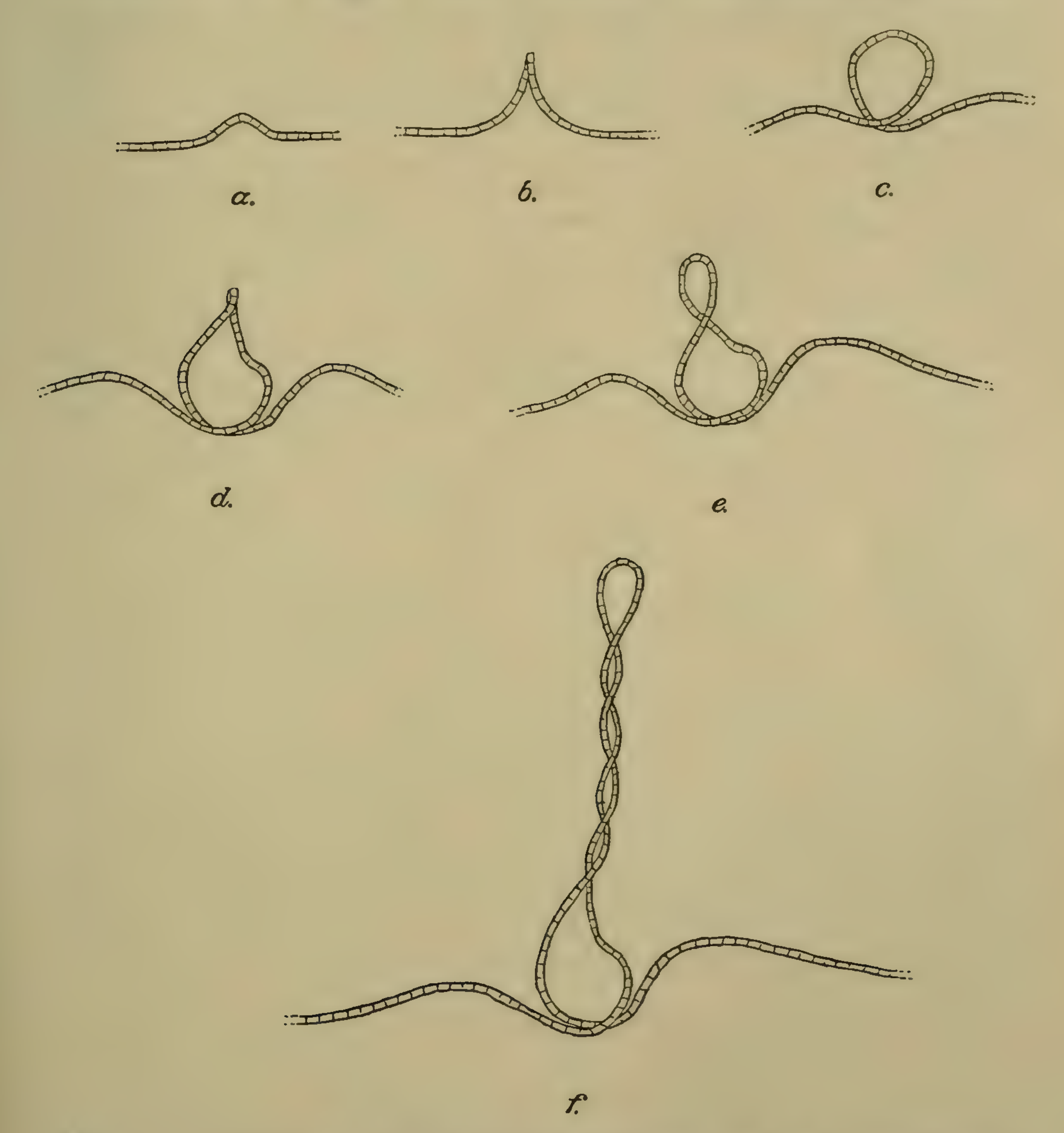


Abb. 1. Zopfbildung bei Oscillatoria formosa. a bis f verschiedene Stadien der Entstehung.

Die kürzeste Zeit für eine Umdrehung des Zopfes, also für die Bildung einer neuen Schlinge wurde mit 25 Sekunden gefunden. Die dabei stets zu beobachtende Zuspitzung der Schlinge (s. Abb. 1) erklärt sich aus ihrer Stellung im Raume. Innerhalb des Zopfes fand sowohl eine Vorwärtsbewegung des

Fadens als auch eine Drehung um seine Längsachse statt. Zugleich rotierte auch der Zopf um seine Längsachse und bewegte sich meist in Richtung dieser vorwärts. Daß die mechanische Inanspruchnahme des Fadens bei der Schlingenbildung ziemlich stark sein muß, erhellt daraus, daß er sich dabei vom Substrat abhob und sogar einmal in der Mitte zerbrach.

Sehr häufig war nach einiger Zeit ein Abwickeln des Zopfes zu beobachten derart, daß er sich in der anfänglichen entgegengesetzten Richtung drehte und vorwärts bewegte und die beiden Fadenenden ebenfalls. Bewegte sich das eine Fadenende positiv, das andere negativ, so wurde der Zopf insofern zur Auflösung gebracht, als er von dem ganzen Faden durchlaufen wurde. Mitunter geschah das Abwickeln sehr schnell, so daß sich gleich mehrere Schlingen des Zopfes auf einmal zurückbildeten. Aufwickeln und Abwickeln konnten mehrmals miteinander abwechseln.

Was den Reizstoff anlangt, so wurde die Zopfbildung gut z. B. bei H_2SO_4: 0,1% und bei HNO_3: 0,5% beobachtet. Wie zu erwarten war, trat sie bei dem schwächer wirkenden KNO_3 nicht ein, auch wenn es in einer Konzentration von 1 Mol. angewendet wurde. Hier kam es höchstens zu einer Ringelung oder Bogenbildung, während die ursprüngliche Bewegungsrichtung im allgemeinen beibehalten oder die Bewegung ganz sistiert wurde. Bei hochkonzentrierten repulsiv wirkenden Stoffen war nie eine Zopfbildung zu beobachten, was sicher in einer Schädigung des Organismus seinen Grund hat.

γ) Reizung an anderen Stellen des Fadens.

Wurden die Oscillarien nicht an den Enden, sondern an anderen Stellen des Fadens mit dem Reizstoff in Berührung gebracht, so zeigten sie auch hier wie bei den schon beschriebenen Versuchen entweder negative Reaktionen oder Sistierung der Bewegung oder Indifferenz gegenüber dem Reizstoff.

Traf der repulsiv wirkende Reizstoff (z. B. H_2SO_4 : 0,01 %) nur die Mitte des Fadens — für diese Versuche eigneten sich nur lange Fäden —, so fand zunächst eine bedeutende Verlangsamung oder bei höheren Konzentrationen (H_2SO_4 : 0,1 %)

häufig auch eine völlige Sistierung der Bewegung statt. Bei den niedrigen Konzentrationen krochen die Fäden, welche anfangs oft eine geringe Werfung zeigten, nach einigen Minuten wieder mit der ursprünglichen Geschwindigkeit meist in der alten Richtung weiter. Brachte man den Reizstoff näher an die positiv laufende Spitze des Fadens heran, ohne daß er diese wenigstens anfänglich berührte, so trat gleichfalls eine Herabsetzung der Geschwindigkeit des Fadens ein. Dann aber erfolgte eine Umkehr und der Faden bewegte sich meist schneller in der der ursprünglichen entgegengesetzten Richtung. Es ist dabei schwer festzustellen, ob diese Umkehr erst dann eintritt, wenn der Reizstoff infolge seiner Ausbreitung die Spitze berührt hat. Auch Versuche, diesen Nachweis zu führen, indem der Reizstoff gefärbt wurde, führten zu keinen entscheidenden Beobachtungen. Jedenfalls erfolgte die phobische Reaktion desto rascher, je näher der Spitze der Reizstoff an den Faden gebracht wurde. Bei hochkonzentrierten repulsiv wirkenden Stoffen war die Schädigung des Objektes schon so groß, daß nach der Reizung stets eine vollständige Sistierung der Bewegung des Fadens eintrat.

Wurde der Faden in seiner ganzen Länge, also diffus gereizt, so setzte er bei den niedrigsten repulsiv wirkenden Konzentrationen (H_2SO_4 : 0,01 %) seine Bewegung etwas verlangsamt oder unverändert fort, sistierte sie aber schon vollständig bei H_2SO_4 : 0,1 %. Eine Bogenbildung wurde nur selten beobachtet; sonst traten keine Krümmungen auf, höchstens war mitunter unmittelbar nach der Reizung eine schwache Werfung bemerkbar.

3. Verschiedene Reizstoffe.

Schon im ersten Teil der Arbeit war das Fehlen jeder positiven Reaktion bei den Oscillarien konstatiert worden. Auch bei der mikroskopischen Methode gelang es bisher in keinem Falle, ein positives Verhalten dieser Organismen gegenüber einem chemischen Reizstoff festzustellen. Vielmehr wurde stets eine negative Reaktion oder eine völlige Indifferenz beobachtet.

Zunächst galt es, einen geeigneten Maßstab aufzufinden, um die verschiedenen chemischen Stoffe in ihrem Reizwert miteinander vergleichen zu können. Mehrere Wege eröffneten sich da.

Die Stärke der Kontraktion, welche sich, wenn sie eine Reizerscheinung gewesen wäre, zu diesem Zwecke vortrefflich geeignet hätte, mußte von vornherein als Vergleichsmaßstab ausscheiden. Dasselbe Los traf die Schnelligkeit der Rückwärtsbewegung nach dem Reiz, welche gar zu starken Schwankungen unterworfen war. Einigen Erfolg schien noch der Zahlenwert des Zeitintervalles zu versprechen, welches vom Reiz bis zur nächsten Richtungsänderung verstreicht. Aber wegen der stets etwas unregelmäßigen Ausbreitung des Tropfens war eine Benutzung auch dieser Zahl nicht geboten. Die Tabelle auf S. 317—319 zeigt, wie großen Schwankungen dieser Wert ausgesetzt ist. Es blieb also nichts weiter übrig, als für jeden Stoff die Reizschwelle zu bestimmen und diese als Vergleichsmaßstab heranzuziehen.

Die Tatsache, daß Wasser nicht als Reiz wirkt, ist schon an anderer Stelle erwähnt worden. Es wurde sowohl redestilliertes und destilliertes, als auch gewöhnliches Leitungswasser mit demselben Erfolge nach dieser Richtung hin untersucht.

Alle Angaben dieses Abschnittes beziehen sich auf Versuche mit Reizung am positiven Fadenende.

a) Die Säuren.

Einer eingehenderen Prüfung wurden die Säuren unterzogen. Es zeigte sich für sie ganz allgemein, daß sie schon in geringer Konzentration schädigend auf die Oscillarien einwirken und sie zum Absterben bringen. Bei hohen Konzentrationen war die negative Bewegung kaum bemerkbar. Der Faden sistierte seine Bewegung bald. Bei niedrigeren Konzentrationen fand eine durch die Schädigung hervorgerufene starke Verlangsamung der Bewegung statt, auch dann, wenn der Reiz am negativen Ende erfolgte. Erst bei der Erreichung des Schwellenwertes krochen die Fäden mit der gewöhnlichen Geschwindigkeit rück-

wärts. Die Bogenbildung nach dem Reiz fand stets statt und war bei den höheren Konzentrationen besonders stark.

Für die Reizschwellen ergab die Untersuchung folgende Werte:

HCl 1,125[1]	HNO_3 1,4	H_2SO_4 1,835	H_3PO_4 1,3	Essigsäure $C_2H_4O_2$ 1,060	Ameisensäure CH_2O_2 1,120	$C_2H_2O_4$ Oxalsäure
0,1 %	0,1 %	0,01 %	0,5 %	0,02 %	0,1 %	1/300 Mol = 0,03 %

$C_4H_6O_5$ Äpfelsäure	$C_6H_8O_7$ Zitronensäure	$C_4H_6O_4$ Bernsteinsäure	$C_4H_6O_6$ d-Weinsäure	$C_9H_9NO_3$ Hippursäure
1/500 Mol = 0,026 %	1/200 Mol = 0,096 %	1/200 Mol = 0,059 %	1/200 Mol = 0,075 %	1/300 Mol = 0,059 %

Fäden, welche in schwachkonzentrierte Säuren gelegt wurden, starben schnell ab. In der folgenden Tabelle sind die höchsten Werte angegeben, bei denen sie am nächsten Tage noch ihre grüne Farbe behalten hatten.

HCl	H_2SO_4	$C_4H_6O_5$	$C_6H_8O_7$	$C_2H_2O_4$	$C_2H_4O_2$	$C_4H_6O_6$
0,01 %	0,001 %	1/500 Mol = 0,026 %	1/500 Mol = 0,038 %	1/1000 Mol = 0,009 %	0,05 %	1/1000 Mol = 0,015 %

Die höheren Konzentrationen hatten bei allen Fäden eine graue Färbung hervorgerufen, die nach mehreren Tagen in eine blaue Farbe — auch für die schwächsten Konzentrationen — überging. Allein bei Essigsäure färbten sich die Fäden sofort blau.

Der Vergleich der beiden Tabellen ergibt, daß, wie zu erwarten war, die Werte der letzten Tabelle nicht oberhalb der Schwellenwerte liegen, welche also danach eine Schädigung der Organismen herbeiführen. Am wenigsten schädlich wirkt Äpfelsäure, für die beide Werte zusammenfallen. Besonders nachteilig ist d-Weinsäure, deren Schwellenwert fünfmal so groß ist, wie der höchste Wert, für welchen keine Schädigung mehr eintritt.

[1]) Die Zahlen dieser Zeile geben die spez. Gew. der Säuren an.

β) Die Alkalien Na_2CO_3 und K_2CO_3.

Gegenüber den freien Säuren, welche stark repulsiv wirkten, sind die Alkalien durch eine geringe abstoßende Kraft gekennzeichnet. So konnte bei über hundert Versuchen in keinem einzigen Falle eine Schleifen- oder gar eine Zopfbildung beobachtet werden. K_2CO_3 und Na_2CO_3 verhielten sich vollkommen analog. Bei einer Konzentration von I Mol. und von $^1/_2$ Mol. trat eine Bogenbildung oder eine Ringelung ein, bei $^1/_5$ Mol. blieben schon sämtliche Fäden ganz gerade. Während bei 1 Mol. alle Organismen eine negative Reaktion zeigten, waren bei $^1/_2$ Mol. schon einige indifferent. Noch einmal mag besonders betont werden, daß bei Reizung am negativen Ende nie eine Bewegungsumkehr stattfand, also keine positive Reaktion.

γ) Alkohol.

Alkohol hat die Eigenschaft, sich wegen seiner niedrigen Oberflächenspannung sehr schnell auf der Kieselplatte auszubreiten und so den Faden leicht mit sich fortzureißen. Dem mußte durch eine hinreichend lange Trocknung der Platten an der Luft entgegengewirkt werden. Als Reizschwelle ergab sich eine Konzentration von 8 %. Die Kontraktionen zu Anfang des Versuches waren bei allen Konzentrationen sehr schwach.

δ) Harnstoff.

Genau entgegengesetzt wirkt Harnstoff, unter dessen Einfluß sich die Fäden außerordentlich stark kontrahierten. Negative Reaktionen wurden selbst bei den stärksten Konzentrationen nur in geringer Zahl festgestellt. Bei einer Konzentration von 5 Mol. behielten noch vier von zehn Fäden ihre Richtung bei. Die Reizschwelle lag auffallend hoch. Schon bei 2,5 Mol. blieben alle Fäden indifferent bzw. zeigten geringe Krümmungen, trotzdem sie ebenso wie bei noch geringeren Konzentrationen, starke Kontraktionen ausführten.

ε) Nährlösung A und KNO_3.

Gegenüber der konzentrierten Nährlösung A, deren Nährsalzgehalt 1,4 % beträgt, blieben die Fäden zum größten Teil

indifferent. In nur wenigen Fällen erfolgte eine negative Reaktion, so daß man den Schwellenwert für eine schwach saure Nährlösung A bei 25%, für eine mit K_2CO_3 alkalisierte bei 50% festsetzen kann. Bei 100% trat mehrmals Bogenbildung ein.

Gegenüber KNO_3 verhielten sich die Oscillarien ganz ähnlich. Bei $^1/_5$ Mol. zeigten vier von zehn Fäden eine schwache Ringelung, die übrigen sechs wurden überhaupt nicht beeinflußt. Eine Umkehr der Bewegungsrichtung wurde bei Konzentrationen bis zu 1 Mol. hinauf immer nur unregelmäßig beobachtet. —

Stellt man den naheliegenden Vergleich zwischen der Reizwirkung der an den Oscillarien untersuchten Stoffe und dem Einfluß an, den diese auf die den Cyanophyceen wohl nächst verwandten Bakterien ausüben, so wirken bei beiden Pflanzengruppen freie Säuren besonders stark repulsiv, während den Alkalien eine schwächere abstoßende Kraft zukommt. Der bei den Oscillarien schwach wirkende Alkohol löst auch nicht bei allen Bakterien negative Reaktionen aus. Andererseits verhalten sich die Oscillarien gegenüber Stoffen, welche wie KNO_3 und Harnstoff viele Bakterien anlocken, ziemlich indifferent. Im allgemeinen scheint die Empfindlichkeit der Bakterien gegenüber chemischen Reizen größer zu sein als die der Oscillarien.

Wurden höhere Konzentrationen benutzt, so ist anzunehmen, daß neben der chemotaktischen noch eine sogenannte osmotaktische Reizung stattfand. Doch wurden hierüber spezielle Untersuchungen nicht angestellt.

Auch in der Anzahl der geprüften Reizstoffe habe ich mir Beschränkung auferlegt. Es lag mir weniger daran, eine große Menge chemischer Stoffe auf ihre Reizwirkung hin zu untersuchen, als die sich infolge der Reizung ergebenden allgemeinen Verhältnisse festzustellen. Um aber in die beobachteten Erscheinungen, besonders die Bogenbildung bei einseitigem und die Zopfbildung bei beiderseitigem Reiz tiefer einzudringen, war es notwendig, auf den Bewegungsmechanismus der Oscillarien ausführlicher einzugehen.

D. Die Bewegungen der Oscillarien im allgemeinen.

I. Einleitung.

Die Literatur über die Bewegungserscheinungen der Oscillarien besitzt einen ziemlichen Umfang; eine ganze Reihe von Theorien ist darüber aufgestellt worden, welche aber sämtlich nur wenig befriedigen und keine ausreichende Lösung des Problems geben.

Die ältesten Arbeiten über die Bewegungen der Oscillarien, welche nur rein historisches Interesse haben — Kützing (16) bringt sie z. B. mit dem Wachstum in Zusammenhang —, mögen hier übergangen werden.

Demnächst sind die Bewegungen der Oscillarien vielfach zusammen mit den ähnlich gearteten Erscheinungen bei den Diatomeen und Desmidiaceen behandelt worden. So beschreibt z. B. C. Nägeli (22) für die Vertreter dieser beiden Familien (Closterium) ein langsames Vor- und Zurückgehen, das er auf die ungleichmäßige Aufnahme und Ausstoßung von Flüssigkeiten beim Ernährungsprozeß zurückführt. Eine spindelförmige Zelle bewegt sich infolgedessen jedesmal nach der Seite hin, wo eine stärkere Flüssigkeitsaufnahme stattfindet.

Noch im gleichen Jahre erschien eine Arbeit von C. Th. von Siebold (35), worin die »spiraligen« Drehungen der Oscillarien besonders erwähnt werden, welche der Verfasser als die alleinige Ursache für die Fortbewegung ansieht. Da er für diese Organismen eine schleimartige Ausscheidung vermutete, benutzte er als erster mit Indigoblau getrübtes Wasser als Medium, um darin eine solche Ausscheidung durch die Bewegungen der an den Fäden anhaftenden Farbstoffpartikel deutlich zu machen. Auf die Art der Ausscheidung geht er gar nicht ein; ebensowenig macht er Andeutungeu darüber, wie aus der schleimartigen Ausscheidung die Bewegungen zu erklären wären.

Die Versuche mit Indigokörnchen wurden später von Max Schultze (34) wiederholt, welcher für die Diatomeen die Ansicht vertrat, daß die Ortsveränderungen bei ihnen durch Bewegungen kontraktilen Plasmas hervorgerufen würden, welches auf der Außenfläche der festen Zellhaut hinzieht.

Der gleichen Auffassung ist Th. W. Engelmann (6), der für die Oscillarien eine solche äußere Plasmaschicht mikrochemisch nachweisen wollte. Am Schlusse seiner Arbeit bespricht

er dann die Möglichkeit, daß die Bewegungen der Oscillarien sehr wohl auf peristaltisch fortschreitenden Kontraktionen dieser Plasmaschicht beruhen könnten.

Anderer Ansicht wie die beiden letztgenannten Autoren ist Robert Lauterborn (17), der zur besseren Sichtbarmachung von organischen Bestandteilen mit ähnlichem oder gleichem Brechungsexponenten wie Wasser sowohl bei Diatomeen als auch bei Oscillarien das schon bekannte Verfahren anwendet, die zu untersuchenden Organismen in flüssige Tusche zu betten. Er kommt so zu der Annahme, daß bei beiden Pflanzengruppen eine Gallertausscheidung statthat. Nach ihm zeigen in der Tuschelösung die angeblich scheidenlosen Oscillarienarten an ihrer ganzen Oberfläche einen hyalinen Saum und bei Bewegung am hinteren Ende einen Schleimstreifen, der sich um so mehr verlängert, je weiter sich die Oscillarie von ihrem Ausgangspunkt entfernt und das fünf- bis sechsfache der Fadenlänge erreichen kann. Auf S. 130 (17) sagt er wörtlich:

> »Es schiebt sich also der Oscillarienfaden durch die an seiner Oberfläche abgeschiedene und in spiraliger Bahn nach hinten ziehende Gallerte, die hinten zu einem Faden zusammenschließt, weiter, was sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung geschieht.«

Auch die Gregarinen, eine Gruppe parasitischer Darmprotozoen, deren Bewegung vielfache Ähnlichkeit mit der der Diatomeen und der Oscillarien aufweist, sollen nach Schewiakoff (30) Schleimfäden von klebriger Beschaffenheit ausscheiden, welche bald erstarren. Der auf diese Weise gebildete Stiel wird durch fortwährende Ausscheidung neuer Gallertmassen immer länger. Da er an der Unterlage fixiert ist, muß notwendigerweise eine Vorwärtsbewegung der Gregarine erfolgen. So soll ein Gallertstiel entstehen, an dem der Organismus gleichsam wie eine Pflanze an ihrem Stengel emporwächst.

Der Auffassung Lauterborns schließt sich Bruno Schröder (33) für die Oscillarien an und erweitert sie zugleich auf die Desmidiaceen. Er weist besonders auf die große Bedeutung hin, welche hier die starke Quellung der an dem der Bewegung entgegengesetzten Ende ausgeschiedenen Gallertmasse besitzt [vgl. (33) Tafel VII, Fig. 10a].

In bezug auf die Diatomeen verteidigte Otto Müller (21) gegenüber Lauterborn die Ansicht, daß ihre Bewegungen durch strömendes Plasma herbeigeführt würden. Die Oscillarien zog er nicht in den Kreis seiner Betrachtungen. Trotz der heftigen Kontroverse, welche die Meinungsverschiedenheit der beiden Forscher im Gefolge hatte, ist die Frage der Bewegung auch für die Diatomeen heute noch nicht als gelöst anzusehen, so daß daraus, auch für die Oscillarien, keine Analogieschlüsse zu ziehen waren.

W. Pfeffer [vgl. (23) s. 710f.] wendet sich besonders gegen die Annahme von Hansgirg (9), daß die motorische Kraft bei der Bewegung der Oscillarien durch einseitiges Hervorstoßen von Wasser gewonnen wird. Als weniger unwahrscheinlich stellt er die Fortbewegung durch Ausscheidung und Quellung von Gallerte oder durch Ausnutzung einer Oberflächenenergie hin.

Die wichtigste Arbeit, welche sich mit der Bewegung der Oscillarien eingehend befaßt, von C. Correns (4), ist leider nur als vorläufige Mitteilung und ohne Abbildung erschienen. Zur Erklärung der Bewegung der Indigokörnchen nimmt der Verfasser im wesentlichen das Vorhandensein zweier antagonistischen aktiven Zonen an jedem Faden an, welche, je nachdem die eine oder die andere überwiegt, den Faden nach der einen oder der anderen Seite sich bewegen lassen. Wie diese aktiven und die dazwischen befindlichen inaktiven Zonen zustande kommen, wird nicht näher ausgeführt. Eine bestimmte Theorie stellt der Autor also nicht auf. Von den bestehenden Hypothesen gewähren ihm am meisten Wahrscheinlichkeit die der Gallertausscheidung und der Fortbewegung infolge von Kontraktionen [vgl. (4) S. 147].

Endlich nenne ich noch zwei Arbeiten von R. Kolkwitz (13, 14), welche sich auf die Krümmungen und die Membran der Oscillarien beziehen, in denen sich aber der Verfasser über den Mechanismus der Bewegung nicht weiter ausspricht.

In neuerer Zeit ist eine schon früher geäußerte Theorie von P. Phillips (26) wieder aufgenommen worden, die Bewegung der Oscillarien durch Zilien zu erklären, welche sich besonders an den Enden der Fäden befinden sollen. Diese häufig von mir bemerkten fadenförmigen Fortsätze, die schon Kützing

(16) erwähnt, haben aber fraglos, da sie ganz unbeweglich sind, mit der Fortbewegung nichts zu tun. Von Hansgirg [vgl. (9) S. 842 f.] sind sie übrigens zum Teil als Bakterien erkannt worden.

II. Spezielle Untersuchungen.

a) Das Körnchenverfahren.

Wie Correns (4) und seine Vorgänger wendete auch ich zunächst für meine Versuche das Körnchenverfahren an, das heißt, ich beobachtete die Bewegung kleiner fester Partikel, welche sich den Oscillarienfäden anhefteten.

Eine Emulsion von Carmin erwies sich als für diesen Zweck nicht geeignet. Sie zeigte zwar nach längerem Verreiben des Carmins in Wasser sehr gleichmäßige kleine Körnchen, welche durchweg die Brownsche Molekularbewegung ausführten, erschwerte aber infolge der hellen Farbe und der Eigenschaft des Carmins, vermöge teilweiser Lösung das Wasser zu färben, eine genaue Beobachtung. Das schon von von Siebold benutzte Indigoblau (35) besaß diese Nachteile nicht. Die nötige Kleinheit und Gleichmäßigkeit der Partikel erzielte ich durch längeres Reiben der dickflüssigen wäßrigen Lösung in einem Achatmörser. Die dann noch in vermindertem Maße auftretenden größeren Aggregate hinderten die Versuche nicht. Wurde statt des Wassers eine sehr verdünnte Lösung von Gummi arabicum genommen, so erhielt man eine feine gleichmäßige Emulsion; leider war sie nicht brauchbar, da die Körnchen in dieser Einbettung nicht an den Fäden hafteten.

Die Methode selbst war sehr einfach. Die Fäden wurden ihrem Substrat (Gips- oder Gallertplatten) entnommen und ohne Wasserzusatz auf einen Objektträger gebracht. Als das beste Verfahren, ein möglichst reichliches Haften der Farbstoffpartikel auf dem Faden herbeizuführen, erwies sich, anfangs die Oscillarien mit einem kleinen Tropfen der konzentrierten Indigoemulsion zu benetzen, darauf die Fäden mit einer Nadel stark auseinanderzuzerren und nun erst unter das Deckglas, welches durch zwei schmale Fließpapierstreifen gestützt wurde, Wasser zu bringen. Da dieses, infolge von Kapillarität, ziemlich rasch hereinströmte, so fand gleich eine bessere Verteilung der losgerissenen Fäden statt, welche durch Absaugen und erneutes Zugeben von Wasser noch erhöht werden konnte.

Wie ich schon an anderer Stelle kurz erwähnte, beobachtete ich bei den vier von mir untersuchten Species eine geradlinige Bewegung in Richtung der Längsachse des Fadens und ein Drehen um diese, welche beiden Bewegungen sich zu einer Schraubenbewegung des ganzen Fadens vereinigten, wie sie ja allgemein für die Oscillarien beschrieben ist. Daneben war noch häufig die oscillierende Bewegung der Fadenspitze wahrzunehmen. Zwischen Fortbewegungs- und Drehungsgeschwindigkeit zeigte sich, wie auch schon Correns bemerkt hatte, Proportionalität derart, daß mit wachsender Fortschreitungs- auch die Drehungsgeschwindigkeit des Fadens zunahm und umgekehrt. Besonders schön ließ sich die Drehung bei Oscillatoria Cortiana erkennen, deren hakenförmig gebogenes Ende sehr rasch im Kreise herumschwang. Nicht selten wurde bei dieser Art eine vollständige Drehung um 360° in 10 Sekunden ausgeführt; der dabei in der Längsrichtung zurückgelegte Weg betrug etwa 2,5 bis 3 μ. In Übereinstimmung mit den Angaben von Correns und früherer Autoren sah ich eine fortschreitende Bewegung der Fäden nur dann eintreten, wenn sie einen Stützpunkt gefunden hatten, der allerdings schon gegeben war, wenn zwei Fäden an einer Stelle aneinander hafteten. Hatte die Anheftung an einem Ende nur in geringer Ausdehnung stattgefunden, so pflegte das freie Ende stark zu oscillieren und sich kaum fortzubewegen. Der Eigenschaft der Oscillarien, sich bei Berührung mit einem festen Körper stets anzuheften, ist es zuzuschreiben, daß sie sich immer in zwei Ebenen anordneten: der eine Teil haftete am Objektträger, der andere am Deckglas. Eine seitliche Verschiebung des ganzen Fadens vermochte ich, ebenso wie Correns, nie wahrzunehmen.

Bei den Untersuchungen in der Indigoemulsion fielen mir besonders die von Correns studierten und auch schon von von Siebold (35) beobachteten ringförmigen Anhäufungen und ferner das Herumlaufen der Indigokörnchen um den Faden in einer Schraubenlinie auf.

1. Die ringförmigen Anhäufungen.

Bei der Untersuchung der ersten Erscheinung verwendete ich fast ausschließlich die größte mir zur Verfügung stehende Art

Oscillatoria caldariorum, welche zugleich auch die schwerfälligste ist. In diesem Falle konnte eine langsame Bewegung nur von Vorteil sein, da es wichtig war, den ganzen Faden nach Möglichkeit zu gleicher Zeit zu beobachten und die Bewegung der Körnchen an differenten Stellen zu vergleichen. In diesem Punkte konnten die Ergebnisse, welche Correns anführt, voll bestätigt werden.

Die Ortsveränderungen der Körnchen am beweglichen, also festhaftenden Faden waren im allgemeinen folgende:

Die erste Bewegung zeigte sich an beiden Enden des Fadens und war stets von beiden Seiten aus nach innen gerichtet. Da die Bewegung der Körnchen an den beiden Enden im Verhältnis zu den übrigen Teilen des Fadens am stärksten war, so wurden die Partikel nach innen hin zu zwei Ringen zusammengeschoben, welche dann beide weiter nach innen wanderten, und zwar, wie Correns auch schon hervorhebt, mit derselben Geschwindigkeit wie die dicht benachbarten Körnchen, die wieder in ihrer Geschwindigkeit nicht von ihrer Größe abhängig waren. Die weiter entfernten Fremdteilchen bewegten sich ganz verschieden, so daß die anfängliche Bewegungsrichtung der Körnchen ungefähr nach der Mitte des Fadens hinzielte. Dabei war die Bewegung der Körnchen in bezug auf den Faden an dem in Beziehung auf die Bewegungsrichtung vorderen Ende des Fadens schneller als am hinteren Ende, so daß die Entfernung zwischen der Spitze und dem Ringe auf der Vorderseite schneller wuchs als auf der Hinterseite (s. die Abb. 2, 3, 5, 6, 8, 9, S. 334 u. 335). Meistens bildete sich nicht nur je ein Ring an jedem Ende des Fadens, sondern besonders an längeren Fäden traten in dem mittleren Teile des Fadens noch mehrere Ringe auf, welche ebenfalls infolge der verschieden großen, aber gleichgerichteten Bewegungsgeschwindigkeit der einzelnen Körnchen an den verschiedenen Stellen des Fadens entstanden. Was für die einzelnen Körnchen gilt, gilt auch für die ganzen Ringe. Und so konnte auch ein Ring den anderen einholen und sich mit ihm zu einem einzigen verbinden, womit oft zugleich eine Verkürzung des Ringes verbunden war. Mit dieser Verschmelzung der Körnchen zu Ringen und der Ringe untereinander war natürlich eine Vergrößerung der körnchenfreien Strecke des Fadens verknüpft. Die beigefügten Zeichnungen,

deren Maße den wirklich beobachteten genau proportional sind, bringen diese Verhältnisse zum Ausdruck; z. B. zeigen die Abb. 5 und 8 die Entstehung der körnchenfreien Zone hinter der sich vorwärts bewegenden Spitze, während der Ring in entgegengesetzter Richtung läuft, das heißt, in Beziehung zum

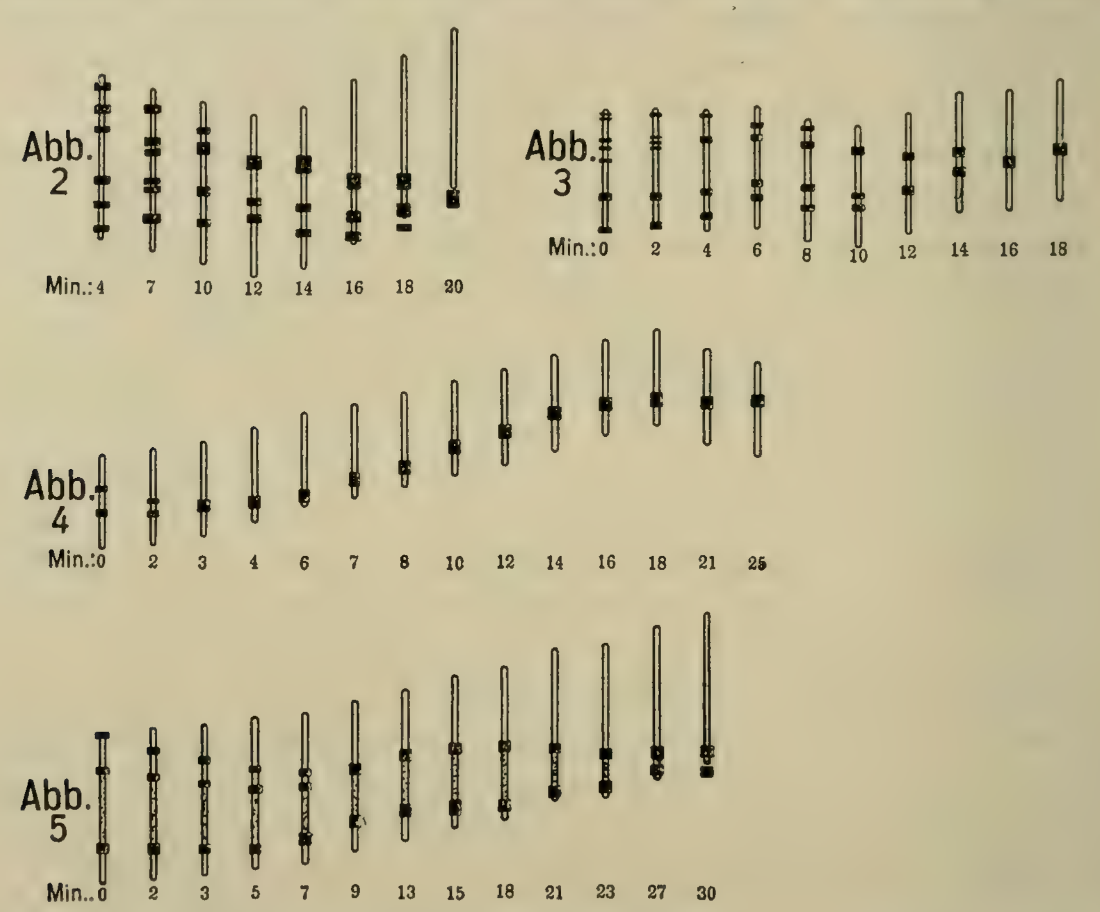


Abb. 2 bis 5. Bewegung von Oscillatoria caldariorum und der ringförmig angehäuften Indigokörnchen. Die Zeichnung wurde auf mm-Papier angefertigt, 1 mm der Zeichnung entspricht 0,07 mm der Wirklichkeit.

Gesichtsfeld, nicht nur in Beziehung zum Faden. Die Fortsetzung dieser rückläufigen Bewegung des vorderen Ringes konnte schließlich zu seiner Abstreifung am hinteren Ende führen. Dieser Fall war aber selten schon im Anfang zu beobachten; meist erfolgte diese nicht so schnell, und der Ring bzw. die Ringe zeigten im mittleren Teile des Fadens eine nur sehr geringe oder gar keine Bewegung, blieben also dort manchmal längere Zeit liegen. Dieses Liegenbleiben ist so zu verstehen, daß die Ringe sich im Gesichtsfeld mit dem Faden

mitbewegten, also relativ zum Faden in Ruhe blieben. Fand ein Zusammenstoß der von den beiden Enden kommenden Ringe im mittleren Teile des Fadens statt, so blieb meist der so entstehende größere Ring längere Zeit im hinteren Teile des Fadens relativ zu diesem in Ruhe. Änderte der Faden die

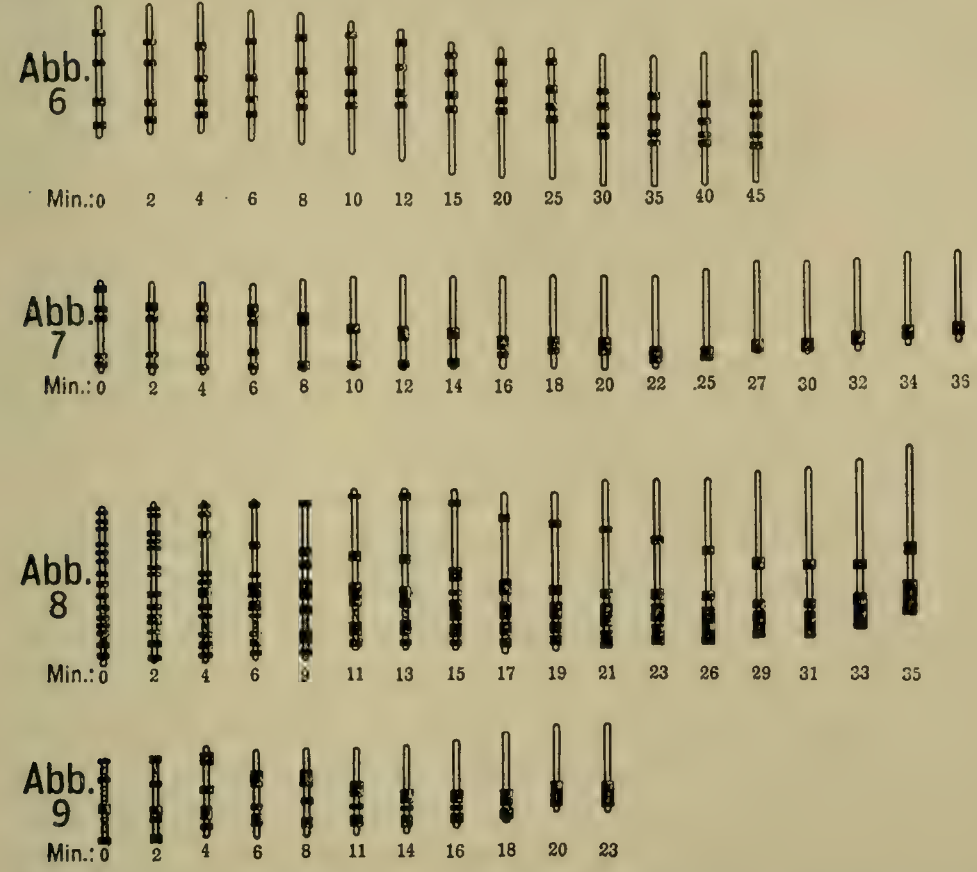


Abb. 6 bis 9. Bewegung von Oscillatoria caldariorum und der ringförmig angehäuften Indigokörnchen. Die Zeichnung wurde auf mm-Papier angefertigt, 1 mm der Zeichnung entspricht 0,07 mm der Wirklichkeit.

Richtung seiner Bewegung, so blieb der Ring zunächst im Gesichtsfeld stehen, bis er auf die entgegengesetzte Hälfte des Fadens gelangt war und blieb dann relativ zum Faden in Ruhe, das heißt, bewegte sich mit Fadengeschwindigkeit im Gesichtsfeld vorwärts. Dieses Verhalten des Ringes konnte oft bei mehrmaligem Wechsel der Richtung hintereinander beobachtet werden. Stets war also die körnchenfreie Strecke an der Seite des Fadens am größten, nach welcher die Bewegung stattfand. Die Abb. 4 und 6 zeigen den Richtungswechsel eines Fadens und die dadurch bedingte Körnchenverschiebung. — Während

an dem der Bewegungsrichtung des Fadens zugekehrten Ende die Bewegung der Körnchen stets deutlich nach der Mitte gerichtet war, war dies an dem entgegengesetzten Ende des Fadens nicht immer der Fall. Häufig bewegten sich hier die Körnchen mit Fadengeschwindigkeit vorwärts, blieben also relativ zum Faden in Ruhe oder sie standen im Gesichtsfeld still, wurden also abgestreift (s. die Abb. 5 und 8).

Ebenfalls eine Bewegung der Körnchen konnte an Fäden beobachtet werden, welche noch keinen Stützpunkt gefunden hatten, also frei im Wasser schwammen und sich nicht in der Längsrichtung bewegten. War ein solcher Faden ganz gleichmäßig mit Farbstoffpartikeln bedeckt, so fand zunächst eine allgemeine Verteilung derselben statt. Am Faden entstanden in der ganzen Länge schmale Ringe in ungefähr gleichen Abständen, was bei den beweglichen Fäden weniger deutlich zu verfolgen war. Darauf schoben sich diese kleinen Ansammlungen erst zu größeren Ringen zusammen und konnten so größere körnchenfreie Strecken entstehen lassen. Anfangs war die Ausbildung der körnchenfreien Zonen an den Enden des Fadens nicht immer so deutlich wie bei den beweglichen Fäden, oftmals fand zunächst eine stärkere Bewegung im mittleren Teile des Fadens statt. Meist entstand überhaupt nur eine körnchenfreie Zone an einem Ende, wie die Abb. 7 und 9 zeigen. — Eine Bewegung der Körnchen von der Mitte nach beiden Enden des Fadens, wie sie von Siebold (35) beschreibt, habe ich niemals beobachten können. — Diese Versuche lassen eine gewisse Analogie mit den Versuchen mit festgehaltenen Fäden erkennen, die Correns (4) beschreibt. Unter der Voraussetzung, daß sich die Körnchen nicht direkt auf der Fadenoberfläche, sondern in einem besonderen Medium bewegen, dessen Annahme durch die verschiedenartigen Bewegungen des Fadens und der Körnchen gerechtfertigt ist, muß bei frei schwimmenden Fäden, deren Körnchen sich allein bewegen, der Reibungswiderstand jenes Mediums gegen Wasser geringer sein als gegen den Faden selbst, denn im anderen Falle würde eine Bewegung des Fadens selbst erfolgen und die Körnchen still liegen bleiben.

Fäden, welche an einer kleinen Stelle an einem anderen Faden hafteten und dadurch in zwei verschieden große Ab-

schnitte geteilt waren, bewegten sich fast ausnahmslos in Richtung des kleineren Abschnittes. Fand die Bewegung einmal nach der entgegengesetzten Seite statt, so haftete dieses Ende meist am Glase fest.

Näherte sich ein Faden senkrecht einem anderen, so schob er den letzten, während er noch um mehr als Fadenbreite von ihm entfernt war, eine kurze Zeit lang vor sich her und kroch dann erst über ihn hinweg, wobei sich die Fäden fortwährend ruckweise gegeneinander verschoben.

2. Die Drehungsbewegung der Körnchen.

Weit schwieriger gestaltete sich die genaue Beobachtung der Drehungen der einzelnen Körnchen und Ringe. Um am Mikroskop eine deutliche Unterscheidung der Ober- und Unterseite eines Fadens zu ermöglichen, war die Anwendung ziemlich starker Vergrößerungen notwendig. Die Untersuchungen wurden mit allen vier Species vorgenommen. Oscillatoria caldariorum zeigte sich wegen ihrer Langsamkeit hier am wenigsten geeignet, während Oscillatoria Cortiana sehr sichere Beobachtungen erlaubte. Annähernd gleich schnelle Drehungen fand ich bei Oscillatoria formosa; Phormidium autumnale drehte langsamer und unregelmäßiger.

Im vorigen Abschnitt über die Ringbildung war zur Beschreibung der Entstehung der Ringe lediglich eine in Richtung der Längsachse verlaufende geradlinige Verschiebung der Körnchen in Betracht gezogen worden. In Wahrheit bewegen sich aber die Körnchen, wie man stets beobachten kann, in einer Schraubenlinie um den Faden. Zerlegt man diese Bewegung in ihre Komponenten, so bewegen sich die Körnchen also nicht nur in Richtung der Längsachse des Fadens, sondern sie drehen sich außerdem in einem Kreise um den Faden herum. Hier soll nun auf die drehende Komponente der schraubenlinigen Bewegung eingegangen werden. Im vorigen Abschnitt hatte sich ergeben, daß im Anfang an beiden Enden des Fadens im allgemeinen eine Verschiebung der Körnchen und Ringe nach innen stattfindet, welche, wie nochmals hervorgehoben sein mag, an der Seite am stärksten war, nach welcher sich der Faden bewegte. Sieht man nun die Körnchen eine

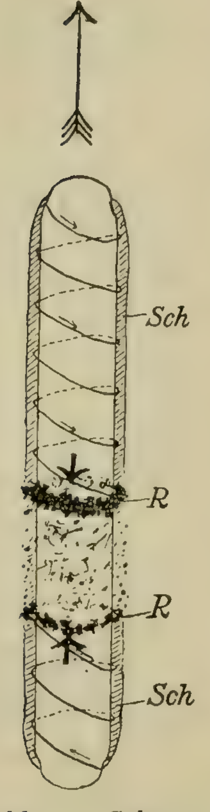


Abb. 10. Schematische Skizze der durch den quellenden Schleim hervorgerufenen Körnchenbewegung. Die Spirale stellt die Bahn eines an der Schleimschicht haftenden Indigokörnchens an beiden Enden des Fadens dar. Die kurzen, dicken Pfeile beziehen sich auf die Bewegung der ringförmigen Anhäufungen R. Die Schleimhülle Sch ist schraffiert im Durchschnitt gezeichnet. Zwischen den beiden Ringen sind die anfangs noch nicht zu Ringen vereinigten Körnchen angedeutet.

Drehung ausführen, so folgt durch Zusammensetzung beider Bewegungskomponenten aus diesem Resultat von vornherein, daß sich die Körnchen am ganzen Faden in einer Schraubenlinie gleicher Windungsrichtung bewegen müssen, welche an beiden Enden des Fadens von den Körnchen in verschiedenem Sinne durchlaufen wird. Während die Windungsrichtung der Schraubenlinie also am ganzen Faden konstant ist, muß der Drehungssinn der durchlaufenen Schraubenlinie ein verschiedener sein, je nachdem sich ein Körnchen in der einen oder der entgegengesetzten Richtung verschiebt, wobei also auch der Fall berücksichtigt ist, daß an dem der Bewegungsrichtung des Fadens entgegengesetzten Ende die Bewegung der Körnchen nicht nach der Mitte des Fadens zu stattfindet. Es ergibt sich somit eine bestimmte Beziehung zwischen der Drehungskomponente der am vorderen Fadenende liegenden Körnchen und ihrer Bewegungskomponente in Richtung der Fadenlängsachse. Da aber, wie schon gezeigt, die in Richtung der Fadenachse liegende Bewegungskomponente dieser Körnchen mit der Bewegungsrichtung des Fadens in engem Zusammenhang steht, so muß sich auch eine feste Beziehung zwischen der Fortbewegungsrichtung des Fadens, der Bewegungskomponente dieser Körnchen in Richtung der Fadenachse und ihrer Drehungskomponente ergeben, mit anderen Worten: es muß ein Zusammenhang zwischen der Fortbewegungsrichtung des Fadens und der Richtung bestehen, in der die Schraubenlinie von den Körnchen am vorderen Fadenende durchlaufen wird. Diese Folgerungen waren natürlich nur im Anfang der Körnchenversuche deutlich zu verifizieren.

Um die Richtigkeit dieser Erwägungen zu prüfen, dürfte es sich zunächst empfehlen, an einem typischen Beispiel die Drehungen zu schildern, welche die Körnchen an demselben Faden im Verlaufe einer längeren Reihe von Minuten ausführten. Zur besseren Verständigung lege ich während der Dauer der Untersuchung das eine Ende des Fadens als positiv, das entgegengesetzte als negativ fest und bezeichne dementsprechend alle Bewegungen der Körnchen sowohl als des Fadens als positiv oder negativ in bezug auf das Gesichtsfeld, je nachdem sie nach der positiven oder negativen Spitze des Fadens gerichtet sind. Bei Nennung der Drehungsrichtung wird immer die Bewegung eines Partikels auf der Oberseite des Fadens verstanden. Sonst bezeichnet oben im Gegensatz zu unten mitunter auch näher an der positiven Spitze gelegene Teile des Fadens (s. hierzu auch Abb. 10, S. 338).

Oscillatoria Cortiana.

Versuch No. XXX, 3 vom 13. XI. 1914.

Ein langsam positiv kriechender Faden zeigte an seiner ganzen vorderen Hälfte eine Schraubenbewegung der Körnchen von links oben nach rechts unten. Während der Faden seine positive Bewegung fortsetzte, bemerkte ich am hinteren Ende jetzt ein Körnchen, welches gleichfalls von links nach rechts drehte. Ganz plötzlich kehrte es aber um und bewegte sich in einer Schraubenlinie von rechts unten nach links oben. Zugleich bewegte sich der ganze Faden rasch negativ. An der positiven Seite sah ich nun eine Bewegung der Körnchen von rechts nach links, welche aber kurz darauf wieder in eine Schraubenbewegung von links oben nach rechts unten überging, während der Faden wieder die positive Richtung einschlug. Auch im hinteren Abschnitt fand eine rasche Drehung der Körnchen von links nach rechts statt. Darauf kroch der Faden negativ, ohne daß an der Spitze eine Bewegung der Körnchen bemerkbar war; nur kurz hinter der Mitte setzte eine Drehung von rechts nach links ein. Bald ging der Faden wieder in die positive Richtung über, während zugleich hinter der Spitze bis zur Mitte eine Schraubenbewegung der Körnchen von links oben nach rechts unten erfolgte. Später wurde auch eine schnelle

Drehung der Körnchen von links nach rechts dicht am hinteren Ende beobachtet, worauf der Faden sehr bald in die negative Richtung umsprang. Dabei zeigte sich jetzt am negativen Ende keine deutliche drehende Bewegung, sondern nur ein Hin- und Herbewegen der Körnchen. Nachher trat hinter der Mitte, also näher am negativen Ende, deutlich eine Drehung der Körnchen von rechts nach links ein, während sich die Körnchen an der positiven Seite von links nach rechts drehten ohne wesentliche Bewegung in der Längsrichtung. Da der Faden nur noch wenig Aktivität besaß, wurde der Versuch unterbrochen.

Die übrigen Versuche, deren ich eine ganze Reihe anstellte, verliefen in ganz ähnlicher Weise, sie bestätigten also die Richtigkeit der theoretischen Überlegung. Nicht nur geht aus den Beobachtungen ein Zusammenhang zwischen der Drehungsrichtung der Körnchen an dem der Bewegungsrichtung zugekehrten Fadenende und der Richtung der fortschreitenden Bewegung des Fadens ganz deutlich hervor, sondern stets fand mit dem Wechsel der Richtung der Bewegung der Körnchen auf der Schraubenlinie auch ein Wechsel der geradlinigen Bewegung des Fadens statt, wobei zeitweise ein Teil der Körnchen, und zwar derjenige auf dem kleineren Fadenabschnitt, die Schraubenlinie in entgegengesetzter Richtung durchlief. Gewöhnlich ging einer Umkehr des Fadens eine schnelle Drehung der Körnchen an dem derzeitig negativen Ende des Fadens in einem dem bisherigen entgegengesetzten Sinne voraus. Auffallend ist, daß, sobald alle Körnchen die Schraubenlinie am ganzen Faden im gleichen Sinne durchlaufen, also entgegengesetzt der Fortschreitungsrichtung des Fadens, häufig eine Änderung der Drehungsrichtung der Körnchen an dem der Bewegungsrichtung des Fadens entgegengesetzten Ende eintritt, also eine Bewegung in der Fadenrichtung, und damit eine Umkehr des Fadens stattfindet. Ferner ist hervorzuheben, daß die Änderung der Bewegungsrichtung des Fadens in der Längsachse erst auf die Änderung der Bewegungsrichtung der Körnchen in der Schraubenlinie folgt. Kann man manchmal beobachten, daß sich die Körnchen auf der Schraubenlinie in der Fortschreitungsrichtung des Fadens am positiven Ende verschieben, so dauert dieser Zustand stets nur ganz kurze

Zeit und erfährt entweder in der einen oder in der anderen Weise bald eine Änderung. Man kann also sagen: drehen sich im vorderen Teile des Fadens die Körnchen in einer Schraubenlinie von links nach rechts, so findet im hinteren Teile entweder eine ebenso geartete Bewegung der Körnchen unter gleichzeitiger oder sistierter geradliniger Bewegung nach hinten oder eine Bewegung der Körnchen in einer Schraubenlinie von rechts nach links statt und umgekehrt, wobei die Körnchen an der positiven Spitze stets eine Drehung zeigen, welche bei dem gleichen Exemplar für die positive Bewegungsrichtung des Fadens charakteristisch ist. Eine Umkehr des Fadens findet immer erst dann statt, wenn am hinteren Ende des Fadens eine deutliche mit der bisherigen Fadenrichtung übereinstimmende Bewegung der Körnchen vorhanden ist.

Die Übereinstimmung der Richtung der Bewegung der Körnchen in einer Schraubenlinie bei bestimmter Längsbewegung des Fadens zeigte sicht nicht nur an einzelnen Fäden, welche längere Zeit beobachtet wurden, sondern auch bei allen Exemplaren derselben Species. So drehte Oscillatoria Cortiana bei positiver Bewegung des Fadens ihre Körnchen im vorderen Fadenteile stets in einer Schraubenlinie von links nach rechts. In derselben Weise verhielten sich Oscillatoria formosa und wahrscheinlich auch Phormidium autumnale. Die umgekehrte Drehungsrichtung konnte ich bei Oscillatoria caldariorum feststellen, welche bei positiver Bewegung der Spitze ihre Körnchen in einer Schraubenlinie von rechts nach links herumführte.

Die Feststellung der Richtung der Eigendrehung des Fadens ist bei dem zylinderförmigen Bau der Oscillarien recht schwer. Einfach gestaltet sie sich bei denjenigen Arten, welche wie Oscillatoria Cortiana an der Spitze hakenförmig gebogen sind. Hier fand ich, daß, wie zu erwarten war, die Drehungsrichtung der Körnchen entgegengesetzt ist, während die Windungsrichtung der Schraubenlinie, in der sich ein Punkt auf der Oberfläche des Fadens bewegt, dieselbe ist, wie für die Bewegung der Körnchen.

Wenn ich zu Anfang dieses Abschnittes bemerkt hatte, daß im allgemeinen die Schnelligkeit der Bewegung des Fadens und die Schnelligkeit seiner Drehung in einem gewissen Ver-

hältnis stehen, so kann dasselbe für die Vorwärtsbewegung des Fadens, bzw. seine Schraubenbewegung, und für die schraubenlinige Bewegung der Körnchen nur innerhalb enger Grenzen behauptet werden, wobei stets zu berücksichtigen ist, daß beide Bewegungen im entgegengesetzten Sinne erfolgen. Mitunter konnte man beobachten, daß sich die Körnchen und Ringe positiv oder negativ in der Längsrichtung des Fadens ohne jede Drehung geradlinig bewegten, unabhängig davon, ob der Faden sich positiv oder negativ bewegte oder seine Bewegung ganz sistiert hatte. Eine solche Längsbewegung der Fremdpartikel ohne merkliche Drehung zeigte am häufigsten Oscillatoria caldariorum. Weiter sah ich manchmal, daß sich der Faden rasch vorwärts bewegte, ohne daß die anhaftenden Körnchen die geringste Bewegung ausführten. Andererseits konnte wieder die Bewegung der Körnchen eine sehr schnelle sein, ohne daß sich der Faden von der Stelle bewegte. Diesen letzten Fall konnte man oft bei Fäden beobachten, welche frei im Wasser lagen und sich noch nicht angeheftet hatten. Die Beziehung dieser Erscheinung zu den verschiedenen Werten des Reibungswiderstandes des wahrscheinlich den Faden umgebenden Mediums ist schon an früherer Stelle erwähnt worden.

Auf den abgestoßenen Scheiden endlich ist im allgemeinen keine Bewegung der Körnchen zu sehen; höchstens findet mitunter eine geringe Drehung derselben unmittelbar hinter dem Fadenende statt.

b) Das Tuscheverfahren und die Endzellen.

An die Untersuchung in Indigoemulsion schlossen sich die Versuche in flüssiger Tusche. Seit C. B. Ehrenberg (5) ist diese Methode zum Nachweis gallertiger Bestandteile von Organismen mehrfach mit Erfolg verwendet worden und hat in letzter Zeit in dem Burriverfahren, welches die Herstellung von Bakterieneinzellkulturen ermöglicht, eine weitere Vervollkommnung gefunden.

Von den gebräuchlichen Formen der Tusche besaß die feste Tusche nach der Auflösung im Wasser im allgemeinen zu große Körnchen. Erwies sich weiter die gewöhnliche Perltusche von Günther und Wagner als für den vorliegenden Zweck ausreichend,

so zeigte die von derselben Firma nach dem Verfahren von Burri hergestellte Tusche wegen ihrer großen Feinheit der Emulsion besondere Eignung. Im konzentrierten Zustande ließ sie, auch wenn das Deckglas fest an den Objektträger gepreßt wurde, wobei stets darauf zu achten war, daß die Oscillarien nicht zerdrückt wurden, ein genaues Erkennen der Einzelheiten nicht zu. Infolgedessen verwendete ich sie in einer Verdünnung von 1 : 3.

Wie die Zeichnungen von Robert Lauterborn [vgl. (17) Taf. X, Fig. 149, 150] und besonders schön die von Bruno Schröder [vgl. (33) Taf. VII, Fig. 4] für Closterium monoliferum zeigen, hebt sich beim Tuscheverfahren der zu untersuchende Organismus, wenn seine Dicke gleich der der Tuscheschicht ist, hell beleuchtet im Gesichtsfeld heraus, so daß die Oscillarien als helle Fäden auf dunklem Grunde erschienen.

Wegen ihrer relativ bedeutenden Größe war Oscillatoria caldariorum, wie zu erwarten war, zur Beobachtung in Tuschelösung am meisten geeignet. Sofort oder nach kurzem Verweilen in der Tusche war sie meist, das heißt, lebensfähige Fäden wohl immer, fast in ihrer ganzen Länge von einem hell leuchtenden Saum umgeben, der allmählich in der Tusche verlief (s. Abb. 2 der Tafel). Direkt auf der Spitze war dieser Saum verhältnismäßig schmal, zeigte aber unmittelbar dahinter — oder hinter beiden Spitzen — im optischen Durchschnitt zu beiden Seiten der Endzelle das hellste Aufleuchten und die größte Breite, welche aber stets unterhalb der Breite des Fadens blieb (s. Abb. 3 der Tafel). Von dieser Stelle aus nahm der Saum an Breite und Helligkeit ab — mitunter konnte er auch noch auf eine geringe Entfernung an Breite zunehmen, um dann erst schmäler zu werden — und wurde in seinem weiteren Verlauf unregelmäßiger, derart, daß er an einer Stelle mehr, an der anderen weniger weit in die umgebende Tusche hineinragte.

An diesen weißen Saum schloß sich nach innen zu stets eine schmale, stark lichtbrechende Kontur, welche den ganzen Faden gleichmäßig umgrenzte.

Ähnliche Erscheinungen waren bei den anderen drei Species zu beobachten, wo sie aber wegen der Kleinheit der Objekte

nicht in dieser Vollständigkeit sichtbar wurden. Bei Phormidium autumnale sah ich deutlich den hellen Saum an der ganzen Länge des Fadens, während ich die hell leuchtende Stelle an der Spitze nicht feststellen konnte. Andererseits war bei Oscillatoria Cortiana und formosa jene leuchtende Stelle an der Spitze besonders gut ausgebildet, während der helle Saum am ganzen Faden weniger gut zu verfolgen war und sich schnell in der Tusche verlor. Die schmale, den ganzen Faden umgrenzende, stark lichtbrechende Kontur war bei allen Arten gleich deutlich vorhanden.

Von besonderer Wichtigkeit scheint hier die Endzelle der Oscillarien zu sein, welche besonders bei Oscillatoria caldariorum gut ausgebildet war. Sie war stets flach abgerundet und schloß nach vorne mit einer Kappe aus etwas dickerer Membran ab, die hinten mehr oder weniger nach innen umgebogen war. Auf diese Kappe folgte der schon erwähnte am hellsten leuchtende Ring über der gewöhnlichen Membran. Dahinter konnte ich häufig sehr schmale Zellen beobachten, so daß in diesem Teile des Fadens eine lebhafte Zellteilung stattzufinden schien. Der Inhalt der durch ihre Größe ausgezeichneten Endzelle war im Gegensatz zu den übrigen Zellen niemals granuliert. Meist aber konnte man darin größere Vakuolen von grauer Farbe wahrnehmen.

Bei den anderen Species waren ebenfalls besondere Endzellen vorhanden, welche sich durch ihre Größe auszeichneten; aber die Differenzierungen waren nicht so deutlich zu erkennen. Bei Phormidium autumnale wies die Endzelle im Gegensatz zu den übrigen Zellen des Fadens wenig Inhaltsbestandteile auf. Die Endzellen der beiden grünen Arten waren länger als die übrigen Zellen und liefen in eine abgerundete Spitze aus, die bei Oscillatoria Cortiana hakenförmig umgebogen war. Im übrigen konnte ihre Form innerhalb gewisser Grenzen variieren; z. B. trat dicht hinter der Spitze häufig eine Einbuchtung auf, in deren Nachbarschaft der oben erwähnte helle Saum am stärksten leuchtete. Im hinteren Teile der Endzelle bemerkte ich bei Oscillatoria Cortiana bei starker Vergrößerung 5 bis 6 warzenförmige Vorsprünge. An einem Faden, der sich in zwei Teile getrennt hatte, sah ich den weißen Saum nicht an den Trennungszellen, wohl

aber an den beiden antagonistischen Enden des ursprünglich einheitlichen Fadens. Waren die Endzellen an den Fäden nicht vorhanden, vielleicht infolge einer Zerreißung des Fadens, so konnten die am hellsten leuchtenden Stellen des weißen Saumes auch an anderen Stellen des Fadens, in einiger Entfernung von den Enden, auftreten.

Was die Frage nach den Scheiden der Oscillarien betrifft, so möchte ich dazu bemerken, daß ich bei allen von mir untersuchten Arten, auch bei den im allgemeinen als unbescheidet beschriebenen, eine deutliche Scheide feststellen konnte. Auch Correns spricht schon zweifelnd von den »unbescheideten« Arten [vgl. (4) S. 147]. Man hat den Unterschied zwischen bescheideten und unbescheideten Formen wohl mehr als einen quantitativen als einen qualitativen aufzufassen. Während bei Phormidium autumnale die Scheide ziemlich derb und fest ist, besitzt sie bei meinen anderen drei Arten eine wesentlich weichere und zartere Beschaffenheit, ist aber unter geeigneten Bedingungen stets wahrnehmbar.

III. Eine Theorie der Bewegung der Oscillarien.

a) Formulierung der Theorie.

Vergleicht man die bisher über die Bewegung der Oscillarien aufgestellten Theorien mit den vorstehend mitgeteilten Beobachtungen, so wird man sofort einsehen, welche Schwierigkeiten sich dem Versuche entgegenstellen, jene mit diesen in Einklang zu bringen. Zweifellos muß der größte Wert darauf gelegt werden, die Bewegungserscheinungen der Indigokörnchen verständlich zu machen. Aber gerade diese spotten wegen ihrer scheinbaren Unregelmäßigkeit jedem befriedigenden Erklärungsversuche an der Hand der angeführten Theorien.

Was zunächst das Zustandekommen der Bewegung durch Zilien anlangt, so läßt diese Hypothese die Erscheinung der Körnchenbewegung vollkommen unberücksichtigt.

Engelmann (6), welcher zur Herbeiführung der Bewegung der Oscillarien eine äußere Plasmaströmung annimmt und die Körnchenbewegung selbst beschreibt, macht keinen Versuch, den diesbezüglichen Beobachtungen eine ins Einzelne gehende

Deutung zuteil werden zu lassen. Vielleicht wäre es bei dieser Theorie im Anschluß an die Bewegung der Diatomeen noch am ehesten möglich, einen Zusammenhang zwischen Körnchenbewegung und Plasmaströmung zu konstruieren. Aber dieser könnte doch nur sehr künstlich ausfallen und würde manches ungeklärt lassen. Kontraktionen, welche innerhalb oder außerhalb des Fadens in einer Plasmaschicht auftreten, würden nicht nur keine Erklärung für die Körnchenbewegung liefern, sondern mit ihr in direktem Widerspruch stehen. Außerdem ließen sich keinerlei Tatsachen anführen, welche eine solche Hypothese wahrscheinlich machten.

Für eine Fortbewegung durch Ausstoßung von Wasser, eventuell durch osmotische Kräfte, ergeben sich ebenfalls keine Anhaltspunkte. Ein einseitiges Hervorstoßen von Wasser, wie es Hansgirg (9) für die Oscillarien annimmt, müßte eine Strömung der benachbarten Wasserteilchen zur Folge haben, die in einer feinen Tuscheemulsion notwendig sichtbar sein müßte. Es gelang mir aber nie, eine derartige Strömung wahrzunehmen. Die Schraubenbewegung der Körnchen bleibt bei Annahme dieser Theorie ganz unverständlich.

Von den in der Einleitung angeführten Theorien bleibt noch diejenige übrig, welche die Ursache der Bewegung der Oscillarien in einer Gallertausscheidung sieht. Correns (4) hält dies für möglich, ohne eine feste Entscheidung darüber geben zu wollen. Er bezieht sich dabei augenscheinlich auf die von Lauterborn (17) gegebene Theorie, die später von Schröder (33) weiter ausgebaut wurde, wonach die Fortbewegung der Oscillarien und Desmidiaceen durch eine am hinteren Ende des Organismus erfolgende Ausstoßung von Gallerte und nachherige Quellung derselben zustande kommt. Schröder weist für die Desmidiaceen besonders darauf hin, daß die Quellbarkeit der am hinteren Ende ausgeschiedenen Gallertmasse für die Bewegung als wesentlich in Betracht zu ziehen ist.

Während auch diese Theorie ein Verständnis für die bei den Oscillarien auftretenden Bewegungserscheinungen der Indigokörnchen nicht zu geben scheint, dürfte es, glaube ich, durch folgende Annahmen vermittelt werden:

Bei den Oscillarien ist zu unterscheiden zwischen einer

festeren Gallertscheide und einer Hülle, welche aus einem stark quellbaren Schleim besteht. Dieser Schleim, welcher nach seiner Ausscheidung begierig Wasser aufsaugt und anisotrop ist, stellt den eigentlichen Bewegungsmechanismus dar. Die Hauptachse seines Quellungsellipsoids ist je nach der Species mehr oder weniger gegen die Längsachse des Oscillarienfadens geneigt. Der Schleim wird vorzugsweise an beiden Enden jedes Fadens ausgeschieden. Gerät der Schleim in Berührung mit einem festen Körper, so bewegt sich der Faden nach der Seite, an welcher die stärkere Schleimbildung stattfindet.

b) Die Gallertscheide.

Das Vorhandensein der konsistenteren Gallertscheide war bei allen vier von mir untersuchten Species häufig direkt festzustellen, wenn sie entweder ganz oder teilweise von dem Faden verlassen war oder innerhalb der Scheide eine Teilung des Fadens stattgefunden hatte. Die bei Einbettung in Tusche sichtbare scharfe innere Kontur, die oben erwähnt wurde, ist unzweifelhaft als der festen Scheide angehörig zu deuten.

Was den Ort der Ausscheidung der Scheidensubstanz betrifft, so muß unentschieden bleiben, ob sie auf der ganzen Oberfläche des Fadens sezerniert wird, wofür besonders ihre bemerkenswerte Gleichmäßigkeit spricht, oder ob die festere Scheide etwa in Berührung des Schleims mit der Zellmembran entsteht.

c) Der Schleim.

Von der Sichtbarkeit der äußeren Schleimhülle ist schon an früherer Stelle bei Besprechung des Tuscheverfahrens die Rede gewesen. Hier sei nur noch auf die Beobachtung hingewiesen, daß ein Faden einen anderen, auf den er senkrecht stößt, vor sich her schiebt, wenn er noch um mehr als Fadenbreite von ihm entfernt ist.

1. Der Ort der Ausscheidung.

Der Ort der Ausscheidung der stark quellbaren Schleimhülle ist nach den schon weiter oben mitgeteilten Beobachtungen an in Tusche eingebetteten Exemplaren im wesentlichen

an beide Enden des Fadens zu verlegen. Die Endzelle fungiert als Ausscheidungsorgan (s. Abb. 3 der Tafel). Bei Oscillatoria Cortiana und formosa war hier die Ausscheidung nicht genauer zu lokalisieren; für die letzte ergab sich die Möglichkeit, daß die Vorsprünge am hinteren Teile der Endzelle, die bei starker Vergrößerung zu sehen waren, mit der Schleimausscheidung in Beziehung zu bringen sind.

Bei Oscillatoria caldariorum hingegen findet sie höchstwahrscheinlich in einem schmalen Ringe unterhalb der festen Scheitelkappe statt. Es bildet sich also in jedem Falle ein Schleimring, welcher nach Berührung mit einem festen Körper und Quellung den Faden vorwärts schiebt. Auf das Festhaften des Schleimes an Fremdkörpern ist besonderes Gewicht zu legen, da auf diese Weise erst die quellende Kraft des Schleimes zur Wirkung gelangen kann. Daraus erklärt sich auch der Umstand, daß frei schwimmende Fäden sich nicht merklich vorwärtsbewegen können. Daß die Schleimausscheidung an beiden Fadenenden zu gleicher Zeit erfolgt, geht aus den Beobachtungen in Tusche hervor, wo die Fäden meist an beiden Enden einen deutlichen hellen Ring zeigten. Da sich auch die Fäden schnell bewegen können, welche an beiden Enden verletzt sind, also keine Endzellen besitzen, so müssen auch solche Zellen die Funktion der Schleimabsonderung übernehmen können, welche in dem mittleren Teile des Fadens liegen und vielleicht schon besonders dazu prädestiniert sind. Ich konnte ja auch tatsächlich an Fäden, welche keine hellen Ringe an den Spitzen zeigten, an einer oder mehreren anderen Stellen helle leuchtende Ringe feststellen, welche zweifellos aus Schleim bestanden.

2. Entstehung und Eigenschaften.

Betreffs der Entstehung der Gallertscheide der Oscillarien spricht Georg Klebs [vgl. (11) S. 393] die Vermutung aus, daß sie sich durch Metamorphose der Zellhaut bildet. Ich möchte mich dieser Auffassung sowohl für die feste Scheide als auch für den Schleim anschließen. Besondere Veranlassung geben mir dazu meine Beobachtungen an Oscillatoria caldariorum mit dem Polarisationsmikroskop. Bei gekreuzten Nikols

war nämlich ein besonders starkes Aufleuchten jenes schon erwähnten Ringes unter der Scheitelkappe wahrzunehmen, welche ich als die Umwandlungsstelle gedeutet habe. Wenn die Aufhellung in einiger Entfernung von diesem Ringe rasch nachläßt, so ist das offenbar darauf zurückzuführen, daß durch die starke Wasseraufnahme die Verteilung des Schleims sehr fein und infolgedessen seine optische Wirkung gering wird. Da die pflanzlichen Membranen die Eigenschaft der Doppelbrechung besitzen, so ist hierdurch die Annahme, daß der Schleim der Oscillarien aus der Membran entsteht, sehr wahrscheinlich gemacht. Zugleich ergibt sich hieraus aber die wichtige Folgerung, daß der ausgeschiedene Schleim anisotrop sein muß. Ist der Schleim aber anisotrop, so steht der weiteren Annahme nichts im Wege, daß die größte Achse seines Quellungsellipsoids zur Längsachse des Fadens geneigt ist, mit ihr einen mehr oder weniger großen Winkel einschließt.

Über die Struktur der Oscillarienhülle liegen einige Beobachtungen von Kolkwitz (13, 14) und Correns [vgl. (4) S. 139] vor. Allerdings beziehen sich anscheinend die Mitteilungen, welche die beiden Autoren machen, nicht auf die Struktur der Gallerte selbst, sondern auf die der Membran; der letztere spricht aber die Vermutung aus, daß sich die von ihm beobachtete Struktur nur auf die äußeren Schichten der Membran erstreckt. Beide Autoren stellten zwei sich kreuzende Systeme von Streifen fest. Ich selbst habe bei Färbung mit Safranin und hoher bzw. tiefer Einstellung eine deutliche Struktur bei Oscillatoria caldariorum sehen können. Allerdings war die Anzahl der von mir beobachteten Streifen verhältnismäßig gering. Ihre Neigung gegen die Fadenlängsachse betrug etwa 35°. Jedenfalls konnte die von mir gesehene Struktur wegen der stark abweichenden Einstellung nicht der Membran angehören. Die Untersuchung mit anderen Farbstoffen (Methylgrün, Methylenblau, Fuchsin), wie sie Klebs [vgl. (11) S. 337] ausgeführt hat, ergab keine verwertbaren Resultate.

Ist der ausgeschiedene Schleim derartig strukturiert, so muß seine Hauptquellungsachse nicht in der Längsrichtung des Fadens, sondern in einem bestimmten Winkel dazu verlaufen, der Schleim sich also in einer Schraubenlinie um den Faden

herumbewegen, und, da der Schleim den Faden vorwärts schiebt, sobald er auf einen festen Körper gestoßen ist, der Faden die Schraubenlinie in entgegengesetzter Richtung durchlaufen.

Über das Verhältnis der festen Scheide zur Schleimhülle in bezug auf ihre Entstehung kann man zurzeit nur Vermutungen aussprechen. Es wäre, wie schon erwähnt, denkbar, daß sich der Schleim in Berührung mit der Membran in die feste Scheide verwandelt.

Ebenfalls offen zu lassen ist die Frage, wie die Erneuerung der verquellenden Membran an den Endzellen vor sich geht. Vielleicht sind die bei Oscillatoria caldariorum häufig beobachteten großen Vakuolen in den Endzellen in eine Beziehung zur Schleimsezernierung zu bringen und als Reservestoffbehälter anzusehen.

3. Die Richtung der Hauptquellungsachse.

Ein wichtiger Punkt der Theorie ist die Bestimmung der Bewegungsrichtung des Fadens durch die Schleimausscheidung. An den in Tusche eingebetteten Fäden konnte man feststellen, daß, wenn sie nur an einer Seite eine Ausscheidung von Schleim aufwiesen und sich deutlich bewegten, sie dies in Richtung der ausscheidenden Spitzenzelle taten, woraus sich ergibt, daß die quellende Kraft des Schleimes nach innen wirksam ist. Leider waren die Beobachtungen immerhin schwierig, da die Aktionsfähigkeit der Oscillarien in der Tusche stark gehemmt und so die meisten Fäden bewegungslos waren. Auch die Tatsache, daß die Bewegung der Indigokörnchen nach Innen an der der Bewegungsrichtung zugekehrten Seite des Fadens stets schneller erfolgt als an der entgegengesetzten, ist ein Beweis dafür, daß an der die Bewegungsrichtung angebenden Seite des Fadens die Ausscheidung von Schleim stärker stattfand als an der entgegengesetzten Seite. So erklärt sich auch die schließliche Abstreifung der Körnchen an dem der Bewegungsrichtung entgegengesetzten Ende durch eine dort stark herabgesetzte Schleimausscheidung. Blieben die Körnchen kurz vor dem hinteren Ende liegen, so ist anzunehmen, daß die Schleimausscheidung an diesem Ende noch stark genug war, um das Abgleiten der Körnchen zu verhüten.

Um nun eine durch einen stark quellbaren Schleim hervor-

gerufene Bewegung zu verstehen, muß man zunächst berücksichtigen, daß sich der Schleim zwischen einem festen und einem auf dem Faden befindlichen, also beweglichen Punkt bzw. Fläche muß ausdehnen können. Soll diese Bewegung eine Vorwärtsbewegung in Richtung der Längsachse des Fadens sein, so muß die Ausscheidung stets derart erfolgen, daß die Hauptachse des Quellungsellipsoids des Schleimes mit der Längsachse des Fadens einen spitzen Winkel einschließt, denn wäre die Hauptquellungsachse der Richtung des Fadens genau parallel, so würde der Schleim an dem beweglichen Faden nur schwer Widerstand finden. Die in der Quellung sich äußernde Kraft kann aber nur dann wirken, wenn sie an dem zu bewegenden Körper einen Angriffspunkt findet. Man könnte allerdings die hakenförmig gekrümmte Spitze bei Oscillatoria Cortiana, die warzenförmigen Vorsprünge und die Einbuchtungen der Endzelle bei Oscillatoria formosa und endlich die nach hinten umgebogene Scheitelkappe bei Oscillatoria caldariorum als Widerstände auffassen, welche auch eine Bewegung des Fadens in Richtung seiner Längsachse möglich machen würden, wenn die Hauptquellungsachse des Schleims mit der Fadenlängsachse gleichlaufend wäre. Müssen wir auch annehmen, daß alle diese Einrichtungen als Anheftungsstellen der Gallerte für die Bewegung eine große Bedeutung haben, so sind sie doch nicht allgemein nachgewiesen; eine große Anzahl Oscillarienspecies scheinen ganz glatte Endzellen ohne jede Vorsprünge zu besitzen [vgl. (8) Pl. 4 bis 7]. Aber auch an Endzellen, welche diese Differenzierungen nicht besitzen, würde der Schleim einen Widerstand finden, wenn seine Hauptquellungsachse zu der Längsachse des Fadens geneigt ist und besonders dann, wenn sie etwa auch in der Radialebene des Fadens mit dessen Längsachse einen Winkel einschließt, also die Hauptquellungsrichtungen an den verschiedenen Punkten der Fadenoberfläche einen Kegelmantel bilden mit der Längsachse des Fadens als Höhe. Daß letzteres wohl möglich ist, etwa bedingt durch sukzessive Quellung, zeigt die Fischersche Figur 6 (7), welche die Gallertscheide von Dasyactis rivularis als aus kegelförmig ineinandergreifenden Lamellen zusammengesetzt darstellt, so daß ein Querschnitt durch die Scheide konzentrische Ringe liefert.

Die Schraubenbewegung der Oscillarien kommt so zustande, daß die Hauptquellungsachse des Schleims auch eine Neigung in der an einen beliebigen Punkt der Fadenoberfläche gelegten Tangentialebene — also senkrecht zu der eben betrachteten Radialebene — zeigt. Sie muß als konstant im Raume angenommen werden. Bei Oscillatoria caldariorum, welche nur eine schwache Drehung der Körnchen zeigt, wird die Hauptachse des Quellungsellipsoids nur wenig gegen die Längsachse des Fadens in der Tangentialebene geneigt sein, wofür auch die Beobachtung spricht, daß bei dieser Art der Neigungswinkel der Struktur des Schleimes gegen die Längsachse nur etwa 35° groß ist. Bei Oscillatoria formosa und Cortiana dagegen, die sehr rasche Drehungen vollführen, wird die Hauptquellungsachse einen größeren Winkel mit der Fadenachse einschließen.

Die an beiden Fadenenden nach innen gerichtete Quellung des Schleims ermöglicht die gerade Form der Oscillarien auch auf festen oder gallertigen Medien. Infolge der zugleich an beiden Seiten stattfindenden Schleimausscheidung befindet sich der Faden stets mehr oder weniger in einer Zugspannung, welche ihn hindert, eine gebogene Gestalt anzunehmen. Natürlich ist diese Kraft nicht imstande, größere mechanische Hindernisse, z. B. Rauhigkeiten in der Oberfläche, zu überwinden. Die an Kieselplatten, welche eine Reihe von Tagen alt sind, stets zu beobachtende Bogenbildung der Fäden, ist wohl zu allermeist auf den abnehmenden Feuchtigkeitsgehalt des Mediums zurückzuführen, welcher naturgemäß sowohl Unregelmäßigkeiten in der Quellung als auch in dem Anhaften des Schleims am Substrat zur Folge haben muß.

In ökologischer Hinsicht ist der Einwand naheliegend, daß mit der Bildung des Schleims eine zu große Verschwendung organischen Materials verbunden ist, um ihn für eine Fortbewegung des Organismus in Betracht kommen zu lassen. Diesen Einwand hat Bruno Schröder [vgl. (33) S. 159] für die Gallerte der Algen (Nostoc, Tetraspora) dadurch entkräftet, daß er zeigte, ein wie geringer Rückstand aus fester Substanz beim Eintrocknen größerer Gallertmassen verbleibt. Es liegt aber kein Grund vor, für die Oscillarien einen weniger wasserhaltigen Schleim wie für andere Algen anzunehmen.

IV. Anwendung der Theorie.

a) Die Schraubenbewegung der Oscillarien.

Nach dem obigen ist die gewöhnliche Schraubenbewegung der Oscillarien ohne weiteres verständlich. Zwischen der Richtung der Vorwärtsbewegung des Fadens und der Richtung, in welcher der Schleim die Schraubenlinie durchläuft, besteht eine feste Beziehung, so daß die Bewegung des Fadens immer nach der Seite erfolgt, an der die stärkere Schleimausscheidung stattfindet.

b) Die Körnchenbewegung.

Als Fundamentalerscheinung bei der Bewegung der Indigokörnchen bemerkte man an den beweglichen Fäden fast stets ein Wandern der Indigokörnchen von beiden Seiten des Fadens nach der Mitte, wobei meist, besonders an der die Richtung angebenden Seite des Fadens, die Körnchen in bezug auf das Gesichtsfeld die umgekehrte Richtung wie der Faden einschlugen (s. Abb. 10, S. 338).

Die Verschiebung der Körnchen von den Spitzen nach der Mitte des Fadens ist eine Folgeerscheinung der nach Innen stattfindenden Schleimabsonderung. Die an dem quellenden Schleim haftenden Partikel werden, wenn die Ausscheidung an beiden Seiten des Fadens zu gleicher Zeit erfolgt, relativ zum Faden nach seiner Mitte geschoben, während zugleich körnchenfreie Strecken an beiden Spitzen entstehen. Wird nur an einem Ende merklich Schleim abgeschieden, so können sich die Körnchen selbstverständlich nur an diesem Ende nach Innen bewegen. Erfolgt die Fortbewegung des Fadens der Schleimquellung entsprechend, so drehen sich die Körnchen im Gesichtsfeld ohne Längsverschiebung um den Faden herum.

Um die rückläufige Bewegung der Körnchen hinter den Spitzen in bezug auf das Gesichtsfeld zu erklären, muß man zu jedem Zeitpunkt einen Unterschied machen zwischen dem Schleim, der mit dem festen Medium eben in Berührung gekommen ist und durch Quellung den Faden in seiner Schraubenlinie bewegt, und demjenigen Schleim, der frei ins Wasser verquillt, ohne die Bewegung des Fadens merklich zu beeinflussen. Da der erste wesentlich zur Abgabe seiner Quellungskraft heran-

gezogene Teil des Schleimes den Widerstand zu überwinden hat, den das Wasser usw. dem ganzen Faden mit seinen Hüllen entgegensetzt — von dem anfänglich wirkenden Trägheitswiderstand des Fadens sehe ich hier ganz ab — und infolgedessen einen Druck auf die feste Unterlage und den Abscheidungspunkt des Fadens ausübt, so wird die Ausdehnung dieses Teiles des Schleimes in Richtung der Hauptquellungsachse und damit die Strecke, um die sich der Faden vorwärts bewegt, geringer sein, als die Ausdehnung des zweiten Teiles des Schleimes, der frei ins Wasser verquillt und nur den geringen ihm entgegengesetzten, durch die Fortbewegung des Fadens noch verminderten Widerstand des Wassers zu überwinden hat. Was für die Vorwärtsbewegung gilt, gilt selbstverständlich auch für die Drehung. Nach kurzer Zeit gelangt auch der an der dem festen Medium abgekehrten Seite des Fadens abgeschiedene Schleim infolge seiner in schräger Richtung verlaufenden Quellung auf die andere Seite, wo seine mechanische Einwirkung auf die Fortbewegung des Fadens jetzt aber wesentlich geringer sein wird, als sie es unmittelbar nach der Ausscheidung gewesen wäre. Da der bei der schraubigen Fortbewegung des Fadens fortwährend schnell wechselnde mechanisch wirksame Teil des Schleimes in jedem Augenblick sehr gering ist, so müssen sich die Körnchen, wenn sie an dem weit an Menge überwiegenden, frei quellenden Schleim haften, sich schneller nach innen verschieben, als der Faden sich vorwärts bewegt. Aus der auf der dem festen Medium zugekehrten Seite des Fadens stattfindenden geringeren Ausdehnung des Schleimes erklärt sich auch die häufig zu beobachtende langsamere Bewegung der Körnchen auf dieser Seite im Vergleich zur entgegengesetzten.

Die Bildung der beiden den Enden zunächst gelegenen Ringe und die geringe oder vollständig aufgehobene Bewegung der Körnchen im mittleren Teile des Fadens finden ihre Erklärung durch die nach der Mitte erfolgende Abnahme der Quellung des Schleimes und die dadurch bedingte verschiedene Geschwindigkeit der Körnchen. Geschieht eine deutliche Schleimausscheidung nur an einer Seite des Fadens, so entsteht nur eine körnchenfreie Zone an derselben Seite, und die

Körnchen können am entgegengesetzten Ende abgestreift werden. Da die Bewegung des Fadens immer nach der Seite hin stattfindet, wo die Ausscheidung stärker ist, so muß auch an dieser Seite sich die größere körnchenfreie Strecke befinden und die Indigoringe auf die andere Seite des Fadens gedrängt werden, wo sie, wenn auch dort eine genügend starke Schleimausscheidung vorhanden ist, in bestimmter Entfernung von der Spitze liegen bleiben. Das entspricht alles völlig den oben mitgeteilten Beobachtungen. Mit einer Umkehr der Bewegungsrichtung, das heißt, dem Überwiegen der Schleimausscheidung auf der entgegengesetzten Seite, werden natürlich auch die Körnchen auf die entgegengesetzte Seite des Fadens transportiert werden. Es würde zu weit führen, alle die verschiedenen Unregelmäßigkeiten der Körnchenbewegung hier im einzelnen zu erörtern. Sie sind zum größten Teil durch geringe Unregelmäßigkeiten in der Quellung des Schleimes, die vielleicht durch jene selbst hervorgerufen sind, bedingt und lassen sich leicht durch Anwendung der bisher gemachten Bemerkungen erklären.

Was speziell die an den Körnchen beobachteten Drehungen betrifft, so verlangt die Theorie im wesentlichen eine an der die Bewegungsrichtung angebenden Seite des Fadens im entgegengesetzten Sinne erfolgende Drehung der Körnchen (s. Abb. 10, S. 338). Diese ist durch die Beobachtungen bestätigt worden. In bezug auf die Beziehung zwischen Drehungsrichtung der Körnchen und Fortbewegungsrichtung des Fadens kann ich auf das eben Ausgeführte verweisen. Da angenommen ist, daß die Hauptquellungsachse gegen die Längsachse in der Tangentialebene des Fadens immer nach der gleichen Seite unter konstantem Winkel geneigt ist, so muß mit einer Änderung der Drehungsrichtung der Körnchen auch die Bewegung in der Richtung der Längsachse des Fadens sich umkehren. Daß die Änderung der Bewegungsrichtung des Fadens erst auf die Änderung der Schraubenbewegung der Körnchen folgt, ist insofern zu erwarten, als die Bewegungsumkehr des Fadens erst dann stattfindet, wenn die Schleimaussonderung an dem einen Ende stärker geworden ist als an dem anderen. Die im übrigen zu beobachtenden Unregelmäßigkeiten finden leicht ihre Erklärung aus dem früher Gesagten.

Was endlich die Bewegung der Körnchen an stillliegenden, freischwimmenden Fäden anlangt, so bietet sie nichts wesentlich Neues. Da bei diesen Fäden sehr häufig eine körnchenfreie Zone nur an einem Ende des Fadens auftrat, so ist es wahrscheinlich, daß die Aussscheidung an der anderen Seite sehr gering war.

Bei der Größe der in der Quellung zur Verfügung stehenden Kraft ist es endlich nicht verwunderlich, daß die Schnelligkeit der Körnchenbewegung nicht von ihrer Größe abhängt.

Aus den Erörterungen des ganzen Abschnittes folgt, daß die Bewegungen der Körnchen, ganz abgesehen von ihrer verschiedenen Drehungsrichtung, eine ganz andere sein muß als die des Fadens selbst, daß zwischen der Bewegung beider nur allgemeine Beziehungen bestehen können. Nur für einen kleinen Teil der die Bewegungsrichtung angebenden Spitze des Fadens lassen sich Regelmäßigkeiten aufstellen. Ob die Bewegung der Körnchen oder die des Fadens schneller ist, wird ganz von den Umständen abhängen, unter denen die Quellung des Schleimes erfolgt.

An dieser Stelle darf ich vielleicht auf den häufigen Richtungswechsel der Oscillarien zurückkommen, welcher besonders an den im Wasser beobachteten Fäden deutlich war. Nach der Theorie ist ein solcher sehr wohl verständlich, da sich der Faden infolge der an beiden Seiten nach innen stattfindenden Schleimausscheidung oft in einem Widerstreit der bewegenden Kräfte befindet, von denen bald die eine, bald die andere überwiegen kann. Da aber auf der Kieselgallerte die Fäden stundenlang dieselbe Richtung beibehalten und sich auch verhältnismäßig schnell bewegen, so ist anzunehmen, daß auf diesem Substrat, wo der quellende Schleim einerseits guten Widerstand und andererseits das zur Quellung nötige Wasser in reichlichem Maße finden mußte, die Ausscheidung an der einen Seite des Fadens die an der anderen erheblich überwog. Wurden die Fäden älter, so fand wieder die Ausscheidung an beiden Seiten in wechselnder Stärke statt und damit ein häufiger Richtungswechsel des Fadens.

c) Die chemischen Reizbewegungen.

Will man die Anwendbarkeit der neuen Hypothese auf das dem eigentlichen Thema der Arbeit zunächst liegende Gebiet, auf die Bewegung der Oscillarien auf chemische Reize, prüfen, so muß man in folgerichtiger Weiterentwicklung der Theorie notwendig folgende Korrelation annehmen:

> Während vor der chemischen Reizung bei nach der Reizquelle gerichteter Bewegung des Fadens die Ausscheidung des Schleimes an der der Reizquelle zugekehrten Seite überwiegt, so ist sie nach der wirksamen Reizung stärker an der der Reizquelle abgewandten Seite des Fadens. Eine vermehrte Schleimabsonderung an der dem gereizten Ende entgegengesetzten Seite des Fadens ist als die eigentliche Reizreaktion aufzufassen.

1. Die negativen Reaktionen.

Unter der eben gemachten Voraussetzung werden alle Erscheinungen der negativen Reaktionen der Oscillarien gut verständlich. Da ihr zufolge an der dem Reiz entgegengesetzten Seite des Fadens eine verstärkte Schleimausscheidung stattfindet, so muß eine schwache Torsion des Fadens eintreten, wenn die Ausscheidung an der dem Reiz zugekehrten Seite des Fadens anfangs noch unverändert fortgesetzt wird. Setzt man die tordierende Kraft größer als die Zugkraft in Richtung der Längsachse des Fadens voraus, so müssen als Folge der Torsion Krümmungen des Fadens erfolgen, welche als Bogenbildung oder Ringelung im Beginn der negativen Reaktion häufig beobachtet worden sind. Nur in sehr seltenen Fällen entstand auch eine Schlinge oder gar ein Zopf. Der Ort der Entstehung des Bogens oder der Ringelung hängt wohl im wesentlichen von äußeren mechanischen Umständen ab. Durch die vermehrte Schleimausscheidung an der dem Reiz abgewandten Seite wird zunächst eine Sistierung der Bewegung eintreten und erst, wenn die Schleimausscheidung am gereizten Ende im Verhältnis zum entgegengesetzten Ende gering geworden ist, wird die negative Reaktion des Fadens deutlich werden, welche mit der Rückbildung der vorher entstandenen Krümmung be-

ginnt, wie auch die Beobachtungen gezeigt haben. Erfolgt die Umkehr des Fadens sofort nach dem Reiz, so ist anzunehmen, daß die Ausscheidung an dem gereizten Ende sogleich stark zurückgeht.

2. Die Zopfbildung.

War eine Schlingenbildung bei einseitigem Reiz nur selten zu beobachten, so trat sie stets ein, wenn ein genügend starker Reiz auf beide Fadenenden zu gleicher Zeit einwirkte. Da einer Schlinge gewöhnlich noch mehrere folgten, so entstand schließlich ein ganzer Zopf, was man leicht an einem tordierten dünnen Gummischlauch zeigen kann (s. Abb. 1, S. 321). Das häufige Auftreten der Zopfbildung erklärt sich hier dadurch, daß in diesem Falle die Ausscheidung an beiden Enden vermehrt wird, und infolgedessen die tordierende Kraft viel größer sein muß als bei der einfachen negativen Reaktion. Es tritt hier also die merkwürdige Erscheinung ein, daß die Schleimausscheidung an den beiden Enden des Fadens, welche den Faden auseinanderzuziehen trachtet und ihm eine entgegengesetzte Drehung erteilt, infolge der dadurch bewirkten Torsion beide Fadenenden nach innen zieht und eine Schlingen- bzw. Zopfbildung verursacht. Wegen der besonders im Anfang sehr großen elastischen Spannung, welche selbst zu einem Zerbrechen des Fadens führen konnte, dauerte die Bildung der ersten Schlinge stets länger als die der weiteren, welche meist rasch aufeinanderfolgten. Ferner wurde schon erwähnt, daß häufig ein Abwickeln des Zopfes stattfindet. Nimmt man an, daß an einem oder beiden Enden des Fadens plötzlich die Schleimausscheidung sehr gering wird oder infolge der starken Torsion sich die Fadenenden vollständig vom Substrat ablösen, so muß ein Ausgleich der Spannung des tordierten Fadens erfolgen, das heißt, der Zopf muß sich schnell abwickeln. Tatsächlich konnte ich auch in einigen Fällen ein plötzliches Zurückgehen der Schlingenzahl des Zopfes beobachten. Meist findet die Abwickelung aber langsamer statt, was durch ein allmähliches Nachlassen der Schleimausscheidung zu erklären ist, so daß schließlich die Spannung des Fadens nicht mehr überwunden werden kann. Es ist selbstverständlich, daß hierbei, wie auch

beobachtet wurde, die Drehung des Fadens in der der ursprünglichen entgegengesetzten Richtung erfolgt und beide Fadenenden sich nach außen bewegen müssen. Ging nur das eine Fadenende nach außen, das andere aber nach innen, bzw. um den Zopf herum, so ist anzunehmen, daß die Schleimausscheidung an dem sich nach innen bewegenden Ende stark verringert war, bzw. eine Loslösung vom Substrat stattgefunden hatte. Zugleich erfolgte eine Drehung und entweder eine langsame Abwickelung des Zopfes oder ein Durchlaufen desselben statt, also indirekt auch eine Abwickelung. Näherten sich beim Abwickeln die Fadenenden von neuem dem Reizstoff, so ist es wohl zu verstehen, daß eine erneute stärkere Schleimausscheidung an beiden Enden einsetzte und so der Zopf wieder aufgewickelt wurde, was sich leicht mehrere Male wiederholen konnte.

3. Der Ort der Reizaufnahme.

Aus den weiter oben beschriebenen Reizversuchen an verschiedenen Stellen des Fadens folgt, daß die Empfindlichkeit der Oscillarien für chemische Reize an den Spitzen augenscheinlich am größten ist. Ob sie außerdem in geringerem Maße auch unterhalb der Endzellen vorhanden ist, konnte auf Grund der Beobachtungen nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Jedenfalls war die Rückwärtsbewegung des Fadens am schnellsten und also die Schleimausscheidung an der dem Reiz entgegengesetzten Seite des Fadens am deutlichsten, wenn die Reizung unmittelbar an der Spitze stattgefunden hatte. Danach sind als Glieder der Reizkette bei den Oscillarien bisher zu nennen: die Perzeption des chemischen Reizes an einer Spitze, die Leitung dieses Reizes zum anderen Ende des Fadens, die dort nunmehr erfolgende vermehrte Schleimausscheidung und endlich die Reizbewegung des Fadens selbst. Die räumliche Trennung der Aufnahme- und der Wirkungszone des chemischen Reizes bietet auch eine weitere Stütze für die schon oben erörterte Annahme, daß die Schleimproduktion an dem einen Fadenende in einem korrelativen Zusammenhang mit derjenigen am anderen Fadenende stehen kann.

E. Versuch einer physiologischen Erklärung der Bewegungen der Oscillarien auf chemische Reize.

Nachdem in den letzten Abschnitten für die Bewegungen der Oscillarien sowohl ganz allgemein als auch soweit sie chemischen Reizen ihre Entstehung verdanken, versucht worden ist, eine mechanische Grundlage zu schaffen, bleibt es noch übrig, die rein physiologische Seite der Bewegungserscheinungen auf chemische Reize zu betrachten und sie besonders mit der schon am Schlusse der Ausführungen über die makroskopischen Untersuchungen gestreiften Annahme einer Phobotaxis in Beziehung zu setzen.

Überblickt man die allgemeinen Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung, so sieht man, daß sie im wesentlichen das am Schluß des ersten Teils über das Vorhandensein einer Chemotaxis Gesagte bestätigen. Die Oscillarien sind nicht imstande, auf irgendeinen der untersuchten Stoffe, der für ihr Fortbestehen günstig sein mußte, direkt eine nach der Reizquelle gerichtete Bewegung einzuschlagen, sondern sie verhalten sich indifferent. In keinem einzigen Falle konnte eine positive Reaktion nachgewiesen werden. Statt dessen sind sie befähigt, negative Reaktionen auszuführen, so daß sie sich bestimmten chemischen Einflüssen zu entziehen vermögen. Diese Repulsionsbewegung geschieht jedoch nicht in einer bestimmten Orientierung zur Reizquelle, es findet keine topochemotaktische Reizreaktion, keine Achseneinstellung des Fadens in Richtung des Reizgefälles statt.

Wenn auch alle diese Erscheinungen notwendige Kriterien für das Vorhandensein einer typischen Phobochemotaxis sind, so haben wir es hier dennoch nicht mit einer den bisher an anderen Organismen beobachteten phobotaktischen Reizbewegungen durchaus gleichzusetzenden Reaktion zu tun. Im Gegensatz zu anderen, rein phobische Reaktionen aufweisende Organismen ist das Organ für die Aufnahme chemischer Reize bei den Oscillarien an beiden Enden jedes Fadens gelegen, so daß der Organismus mehr oder weniger polar reagiert. Auf diese Weise ist es auch verständlich, daß er seine Rückwärtsbewegung fortsetzt, wenn er von einem wirksamen chemischen

Reiz am negativen Ende getroffen wird, bzw. bei seitlicher Einwirkung des Reizstoffs, wobei zunächst keine der beiden Fadenspitzen gereizt wird, im allgemeinen keine Schreckbewegung vollführt. Demzufolge haben wir wohl in dem Verhalten der Oscillarien eine Übergangserscheinung zwischen phobotaktischer und topotaktischer Reizungbewegung zu erblicken.

Wie bei allen Organismen so sind auch bei den Oscillarien diese Reaktionen auf chemische Reize von ihrer Bewegungsfähigkeit abhängig, mit Jennings gesprochen, von ihrem Aktionssystem, welches weiter oben mechanisch gedeutet worden ist. Deshalb weichen die Oscillarien, wenn sie von der Seite von einem Reizstoff getroffen werden, nicht nach der entgegengesetzten Seite aus, sondern kehren ihre Bewegungsrichtung um, wenn der Reiz nahe genug der positiven Spitze erfolgte. Ebenso erklärt sich auch ihre Indifferenz, sobald ein chemischer Reiz den Faden in der Mitte trifft. Wenn man oft sieht, wie wirkungslos die Reaktionen der Oscillarien auf chemische Reizstoffe sind, so darf man nicht vergessen, daß man es bei den Versuchen mit künstlich geschaffenen Verhältnissen zu tun hat, wie sie in der Natur kaum jemals ähnlich auftreten werden, und daß ferner die Oscillarien in bezug auf ihr Bewegungsvermögen äußerst niedrig organisiert sind und infolgedessen bald ihre Bewegungsmöglichkeiten erschöpft haben, die sie einem Reize entziehen können.

Aus den Untersuchungen über das Verhalten der Oscillarien auf chemische Reize geht hervor, daß es in großen Zügen durch die Frage nach der Schädlichkeit und Nützlichkeit bestimmt ist; der Organismus verhält sich im allgemeinen so, wie es für sein Bestehen zweckmäßig und vorteilhaft ist. Inwieweit der innere physiologische Zustand, der bei den Bakterien vielfach von Einfluß ist, auch bei diesen Reaktionen eine Rolle spielt, mag vorläufig unentschieden bleiben. Daß er häufig zutage tritt, konnte ich an dem abweichenden Verhalten einzelner Fäden oder ganzer Impfplatten oft genug beobachten. Irgendwelche Gesetzmäßigkeiten herauszufinden, gelang mir aber nicht.

F. Zusammenfassung der Hauptergebnisse.

1. Die von mir untersuchten Oscillarienspecies: Oscillatoria formosa, Cortiana, caldariorum und Phormidium autumnale zeigen eine Beeinflussung durch chemische Reizstoffe.

2. Die von mir genauer beobachtete Art Oscillatoria formosa führt auf chemische Reize hin nur negative (phobische) Reaktionen aus. Niemals, weder bei den makroskopischen noch bei den mikroskopischen Untersuchungen war eine positive Reaktion zu beobachten. Besonders stark repulsiv wirken freie Säuren, organische wie anorganische.

3. Die Chemotaxis bei den Oscillarien ist als eine Phobotaxis (Schreckbewegung) anzusehen.

4. Die Reizaufnahme geschieht hauptsächlich an den beiden Spitzen, die Reizreaktion stets an den entgegengesetzten Enden des Fadens; mithin findet eine Reizleitung statt.

5. Die mechanische Erklärung für die bei den chemischen Reizen und auch sonst zu beobachtenden Bewegungserscheinungen der Oscillarien wird durch einen an beiden Enden jedes Fadens nach innen abgeschiedenen, stark quellbaren, anisotropen Schleim gegeben.

Botanisches Institut der Königlichen Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin, den 8. Januar 1915.

Literaturverzeichnis.

1. Akerman, Ake, Die Chemotaxis der Marchantia-Spermatozoiden. Zeitschr. f. Bot. 1910. **2.** Heft 2. 100.
2. Brand, F., Über das osmotische Verhalten der Cyanophyceenzelle. Ber. d. d. bot. Ges. 1903. **21,** 302.
3. Bruchmann, H., Die Chemotaxis der Lycopodium-Spermatozoiden. Flora. 1909. 193.
4. Correns, C., Über die Membran und die Bewegung der Oscillarien. Ber. d. d. bot. Ges. 1897. **15.**
5. Ehrenberg, C. B., Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. Leipzig. 1838.
6. Engelmann, Th. W., Über die Bewegungen der Oscillariaceen und Diatomeen. Bot. Ztg. 1879. **37,** 49—56.

7. Fischer, L., Beiträge zur Kenntnis der Nostochaceen. Inaug.-Diss. Bern. 1853.
8. Gomont, Maurice, Monographie des Oscillariées. Ann. des Sc. Nat. Série VII, Bot. 1892. **15**, 231.
9. Hansgirg, Anton, Bemerkungen über die Bewegungen der Oscillarien. Bot. Ztg. 1883. 831.
10. Jennings, H. S., Das Verhalten der niederen Organismen. Leipzig. 1905.
11. Klebs, Georg, Über die Organisation der Gallerte bei einigen Algen und Flagellaten. Untersuchungen aus d. bot. Inst. zu Tübingen. 1886. **2.**
12. Kniep, Hans, Untersuchungen über die Chemotaxis von Bakterien. Pringsh. Jahrb. 1906. **43**, 215.
13. Kolkwitz, R., Über die Krümmungen bei den Oscillariaceen. Ber. d. d. bot. Ges. 1896. **14**, 422—431.
14. —, Über die Krümmungen und den Membranbau bei einigen Spaltalgen. Ebenda. 1897. **15**, 460—467.
15. Küster, Ernst, Die Kultur der Mikroorganismen. Leipzig. 1907.
16. Kützing, T., Phycologia generalis. 1843.
17. Lauterborn, Robert, Untersuchungen über Bau, Kernteilung und Bewegung der Diatomeen. Leipzig. 1896.
18. Lemmermann, E., Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. Leipzig. 1910. **3**, 107 f.
19. Lidforss, Bengt, Über die Reizbewegungen der Marchantia-Spermatozoiden. Pringsh. Jahrb. 1905. **41**, 65—87.
20. —, Über die Chemotaxis der Equisetum-Spermatozoiden. Ber. d. d. bot. Ges. 1905. **23**, 314—316.
21. Müller, Otto, Über die Ortsbewegung der Bacillariaceen. Ber. d. d. bot. Ges. 1893. **11**, 571—576; ebenda. 1894. **12**, 136—143; ebenda. 1896. **14**, 54—64; ebenda. 1897. **15**, 70—86. Biol. Centralbl. 1897. **17**, 289—305.
22. Nägeli, Carl, Gattungen einzelliger Algen. Zürich. 1849. 20.
23. Pfeffer, W., Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. Leipzig. 1897. **2.**
24. —, Lokomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize. Untersuchungen a. d. bot. Inst. zu Tübingen. 1884. **1**, 363—482.
25. —, Über chemotaktische Bewegungen von Bakterien, Flagellaten und Volvocineen. Ebenda. 1888. **2.**
26. Philipps, Orville P., Comparative Study of the Cytology and Movements of the Cyanophyceae. Contrib. from the Bot. Labor. of the Univ. of Pennsylvania. 1904. **2.** No. 3. 237—355.
27. Porodko, Th., Über den Chemitropismus der Pflanzenwurzeln. Pringsh. Jahrb. 1911. **49**, 307—388.
28. Pringsheim, Ernst G., Kulturversuche mit chlorophyllführenden Mikroorganismen. III. Zur Physiologie der Schizophyceen. Cohns Beitr. z. Biol. d. Pflanzen. 1913.
29. Rothert, W., Beobachtungen und Betrachtungen über taktische Reizerscheinungen. Flora. 1901. 371—421.
30. Schewiakoff, W., Über die Ursache der fortschreitenden Bewegung der Gregarinen. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. 1894. **58**, 340.

31. Schindler, B., Über den Farbenwechsel der Oscillarien. Zeitschr. f. Bot. 1913. **5**, 497—575.

32. Shibata, K., Untersuchungen über die Chemotaxis der Pteridophyten-Spermatozoiden. Pringsh. Jahrb. 1911. **49**, 1—60.

33. Schröder, Bruno, Untersuchungen über Gallertbildungen der Algen. Verhandl. d. naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg, N. F. 1901. **7**, 158—160.

34. Schultze, Max, Über die Bewegung der Diatomeen. Arch. f. mikrosk. Anatomie. 1879. 49—56.

35. von Siebold, C. Th., Über einzellige Pflanzen und Tiere. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. 1849. Anm. S. 284f.

Erklärung der Tafel 1.

Abb. 1. Zonenbildung und Bewegungsformen bei Oscillatoria formosa. Reizstoff KNO_3 : 2%.

Abb. 2. Äußere Schleimhülle bei Oscillatoria caldariorum. Tuschepräparat. Vergr. 300.

Abb. 3. Schleimausscheidung an der Endzelle bei Oscillatoria caldariorum. Tuschepräparat. Vergr. 350.

Neue Literatur.

Allgemeines.

Meyer, A., Erstes mikroskopisches Praktikum. 3. Aufl. Fischer, Jena. *1915*. 8⁰. 255 S.

Pilze.

Arthur, J. C., and **Fromme, F. D.**, A new North American Endophyllum. (Bull. Torrey bot. club. *1915*. **42**, 55—62.)

Baudyš, E., Beitrag zur Kenntnis der Mikromyceten-Flora Österreich-Ungarns, insbesondere von Dalmatien. (Österr. bot. Zeitschr. *1914*. **64**, 482—486.)

Cooley, J. S., A study of the physiological relations of Sclerotinia cinerea [Bon.] Schröter. (Ann. Missouri bot. gard. *1914*. **1**, 291—326.)

Algen.

Duggar, B. M., and **Davis, A. R.**, Enzyme action in Fucus vesiculosus. (Ann. Missouri bot. gard. *1914*. **1**, 419—426.)

Forter, G. L., Indications regarding the source of combined nitrogen for Ulva lactuca. (Ebenda. 229—235.)

Prát, S., Trentepohlia annulata Brand in Mähren. (Österr. bot. Zeitschr. *1914*. **64**, 420—421.)

Rabanus, A., Beiträge zur Kenntnis der Periodizität und der geographischen Verbreitung der Algen Badens. (Ber. naturf. Ges. Freiburg i. Br. *1915*. **21**, 1 bis 158.)

Schramm, J. B., Some pure culture methods in the Algae. (Ann. of Missouri bot. gard. *1914*. **1**, 23—45.)

—, A contribution to our knowledge of the relation of certain species of grass-green Algae to elementary nitrogen. (Ebenda. 157—184.)

Moose.

Britton, E. G., Mosses of Bermuda. (Bull. Torrey bot. club. *1915*. **42**, 71—77.)

Melin, E., Sphagnum-biologische Studien. II. Eine Kaltwasserform von Sphagnum. (Svensk. bot. Tidsskr. *1914* (*1915*). **8**, 309—315.)

Röll, J., Die Thüringer Torfmoose und Laubmoose. (Hedwigia. *1915*. **56**, 1—287.)

Gymnospermen.

Vierhapper, Fr., Zur Kenntnis der Verbreitung der Bergkiefer (Pinus montana) in den östlichen Zentralalpen. (Österr. bot. Zeitschr. *1914*. **64**, 360—407.)

Morphologie.

Ayres, J. A., Flower of Adenocaulon bicolor. (The bot. gaz. *1915*. **59**, 154 bis 157.)

Farr, C. H., The origin of the inflorescences of Xanthium. (The bot. gaz. *1915*. **59,** 136—148.)
Heusser, K., Die Entwicklung der generativen Organe von Himantoglossum hircinum Spr. [= Loroglossum hircinum Rich.]. (Beih. bot. Centralbl. I. *1915*. **32,** 218—277.)
Löffler, B., s. unter Ökologie.

Zelle.

Bovie, W. T., The visible effects of the Schumann rays on protoplasm. (The bot. gaz. *1915*. **59,** 149—153.)
Netolitzky, Fr., Notizen über »Inklusen« in Gerbstoffidioblasten. (Österr. bot. Zeitschr. *1914*. **64,** 407—410.)
Sapěhin, A. A., Untersuchungen über die Individualität der Plastide. (Arch. f. Zellforsch. *1915*. **13,** 319—398.)

Gewebe.

Frohnmeyer, M., Die Entstehung und Ausbildung der Kieselzellen bei den Gramineen. Bibliotheca botanica. E. Schweizerbart, Stuttgart. *1915*. Heft 86.
Löffler, B., s. unter Ökologie.
Mayr, F., s. unter Ökologie.
Wiesner, J. v., und **Baar, H.,** Beiträge zur Kenntnis der Anatomie des Agave-Blattes. (Sitzgsber. d. k. Akad. d. Wiss. *1914*. 33 S.)

Physiologie.

Duggar, B. M., and **Cooley, J. S.,** The effect of surface films and dusts on the rate of transpiration. (Ann. Missouri bot. gard. *1914*. **1,** 1—22.)
—, The effects of surface films on the rate of transpiration. Experiments with potted potatoes. (Ebenda. 351—356.)
—, and **Merril, M. C.,** The effect of certain conditions upon the acidity of Tomato fruits. (Ebenda. 237—240.)
—, s. unter Algen.
Foster, G. L., s. unter Algen.
Fries, R. E., och **Skottsberg, C.,** Några iakttagelser öfver senaste solförmörkelses inverkan på växter i Upsala Botaniska Trädgård. [Einige Beobachtungen über die Einwirkung der letzten Sonnenfinsternis auf Pflanzen in dem botanischen Garten zu Upsala.] (Svensk bot. Tidsskr. *1914* [*1915*]. **8,** 437 bis 447.)
Gertz, O., Nya iakttagelser öfver anthocyankroppar. [Neue Beobachtungen über Anthocyankörper.] (Ebenda. 405—437.)
Haberlandt, G., Der Nährwert des Holzes. (Sitzgsber. d. k. Akad. d. Wiss. *1915*. 243—257.)
—, Über Drüsenhaare an Wurzeln. (Ebenda. 222—226.)
Portheim, V. V., und **Kühn, O.,** Studien über die Ruheperiode der Holzgewächse. (Österr. bot. Zeitschr. *1914*. **64,** 410—420.)
Riß, M. M., Über den Geotropismus der Grasknoten. (Zeitschr. f. Bot. *1915*. **7,** 145—171.)
Schramm, J. B., s. unter Algen.
Vogt, E., Über den Einfluß des Lichts auf das Wachstum der Koleoptile von Avena sativa. (Zeitschr. f. wiss. Bot. *1915*. **7,** 193—271.)
Weevers, Th., Die letale Einwirkung einiger organischen Giftstoffe auf die Pflanzenzelle. (Rev. trav. bot. Neérland. *1914*. **11,** 312—341.)
Willstätter, R., Untersuchungen über die Anthocyane. II—X. (Ann. d. Chem. [Liebig]. *1914*. **408,** 1—162.)
Wisselingh, C. van, Über den Nachweis des Gerbstoffes in der Pflanze und über seine physiologische Bedeutung. (Beih. bot. Centralbl. I. *1915*. **32,** 155—217.)

Fortpflanzung und Vererbung.

Bartlett, H. H., Additional evidence of mutation in Oenothera. (The bot. gaz. *1915.* **59,** 81—123.)

Hance, R. T., Pollen development and degeneration in Zebrina pendula, with special reference to the chromosomes. (Bull. Torrey bot. club. *1915.* **42,** 63—71.)

Jacobsson-Stiasny, E., Versuch einer embryologisch-phylogenetischen Bearbeitung der Rosaceae. (Sitzgsber. d. k. Akad. d. Wiss. *1914.* 38 S.)

—, Versuch einer phylogenetischen Verwertung der Endosperm- und Haustorialbildung bei den Angiospermen. (Ebenda. *1914.* 137 S.)

Johnson, D. S., Studies in the development of the Piperaceae. (Ann. journ. of bot. *1914.* 323—339 und 357—397.)

Michell, M. R., The embryo sac and embryo of Striga lutea. (The bot. gaz. *1915.* **59,** 124—135.)

Palm, B., Über die Embryosackentwicklung einiger Kompositen. (Svensk bot. tidskr. *1914* [*1915*]. **8,** 447—455.)

Ökologie.

Hallquist, S., Ein Beitrag zur Kenntnis der Pneumatophoren. (Svensk bot. tidskr. *1914* [*1915*]. **8,** 295—309.)

Johansson, K., Gotländska värdväxter för Cuscuta epithymum Murr. (Gotländische Nährpflanzen für Cuscuta epithymum). (Svensk bot. tidskr. *1914* [*1915*]. **8,** 379—382.)

Löffler, B., Entwicklungsgeschichte und vergleichend anatomische Untersuchung des Stammes und der Uhrfederranken von Bauhinia (Phanera) spec. Ein Beitrag zur Kenntnis der rankenden Lianen. (Denkschr. math. naturw. Kl. Kais. Akad. Wiss. Wien. *1914.* **91,** 1—15.)

Mayr, F., Hydropoten an Wasser- und Sumpfpflanzen. (Beih. bot. Centralbl. I. *1915.* **32,** 278—371.)

Systematik und Pflanzengeographie.

Aulin, Fr. R., Anteckningar till Sveriges adventivflora. (Aufzeichnungen zur Adventivflora Schwedens.) (Svensk bot. tidskr. *1914* [*1915*]. **8,** 357—399.)

Diels, L., Vegetationstypen vom untersten Kongo. Nach Aufnahmen der deutschen Tiefsee-Expedition und hinterlassenen Aufzeichnungen. Von Prof. Dr. A. F. W. Schimper (†) hrsg. (6 Lichtdr.-Taf. mit IV und 8 Seiten Text.) Heft 8 von G. Karsten und H. Schenk, Vegetationsbilder. XII. Reihe. Jena, G. Fischer. *1915.*

Fernal, M. L., Some new or unrecorded Compositae chiefly of Northeastern America. (Rhodora. *1915.* **17,** 1—20.)

— **and John, H.-St.,** Some anomalous species and varieties of Bidens in Eastern North America. (Ebenda, 21—25.)

Furrer, E. und Longer, M., Flora von Bormio. (Beih. bot. Centralbl. II. *1915.* **32,** 1—112.)

Hegi, G., Flora von Mittel-Europa. 36. Lief. J. F. Lehmanns Verlag. München. *1915.*

—, dasselbe. 6. Bd., 7. Lief. Ebenda.

Henning, E., Vicia sepium L. var triloba nova var. (Svensk bot. tidskr. *1914* [*1915*]. **8,** 455—457.)

John, H.-St., An insular variety of Solidago sempervirens. (Rhodora. *1915.* **17,** 26—27.)

Lauterbach, C., Beiträge zur Flora von Papuasien. IV.

Malme, G. O., Västra Jämtlands Rhizocarpon-arter. (Die Rhizocarpon-Arten des westlichen Jämtlands.) (Svensk. bot. tidskr. *1914* [*1915*]. **8,** 274—295.)

Petrak, F., Zwei neue Cirsien aus Italien. (Österr. bot. Zeitschr. *1914.* **64,** 455—458.)

Rechinger, Dr. K., Botanische und zoologische Ergebnisse einer wissenschaftlichen Forschungsreise nach den Samoainseln, dem Neuguinea-Archipel und den Salomonsinseln von März bis Dezember 1905. (VI. [Schluß] Teil.) (Denkschr. d. k. Akad. d. Wiss. *1914.* 75 S.)

Reinecke, K. L., Flora von Erfurt. Verzeichnis der im Kreise Erfurt und seiner nächsten Umgebung beobachteten Gefäßpflanzen. (Jahrb. d. kgl. Akad. gemeinnütz. Wiss. zu Erfurt. Erfurt, C. Villaret. *1914.* 8⁰. 283 S.)

Rock, J. F., A new Hawaian Cyanea. (Bull. Torrey bot. club. *1915.* **42,** 77—79.)

Selander, S., Sydliga och sydostliga element i Stockholmstraktens flora. (Südliche und südöstliche Elemente in der Flora der Stockholmer-Gegend.) (Svensk bot. tidskr. *1914* [*1915*]. **8,** 315—357.)

Solereder, H., Über die Versetzung der Gattung Heteranthus von den Scrophulariaceën zu den Solanaceen. (Beih. bot. Centralbl. II. *1915.* **33,** 113—117.)

Vierhapper, Fr., Beiträge zur Kenntnis der Flora Kretas. (Österr. bot. Zeitschr. *1914.* **69,** 465—482.)

—, s. unter Gymnospermen.

Volkens, G., Beiträge zur Flora von Mikronesien m. folg. Beitr. 1. G. Hieronymus, Eine neue Selaginella. 2. O. Beccari, Neue Palmen Mikronesiens. 3. R. Schlechter, Die Orchidaceen von Mikronesien. 4. Ders., Balanophoraceae. 5. Diels, L., Anonaceae. (Jahrb. f. Syst. [Engler]. *1914.* **57,** 1—18.)

Angewandte Botanik.

Fallada, O., Bericht über im Jahre 1914 von der Versuchsstation des Zentralvereins für die Rübenzucker-Industrie Österreichs und Ungarns ausgeführte Anbauversuche mit verschiedenen Zuckerrübensamensorten. (Österr.-Ungar. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landwirtsch. *1915.* **64,** 39—66.)

Greisenegger, F. K., Einfluß der Rübenorientierung auf den Boden und die Zuckerrübenernte im Marchfelde. (Ebenda. 15—22.)

Jensen, D., Über zwei einheimische Giftpflanzen. Eine kritisch-literar. und experimentelle Studie. [Aus dem Institute f. Pharmakologie u. physiol. Chemie zu Rostock.] (Sitzgsber. u. Abhandlgn. d. naturforsch. Gesellsch. zu Rostock. *1914.* III, 57 S.)

Lehmann, E., Insektenpulverwertbestimmung. (Münchener med. Wochenschr. *1915.* 344—347.)

—, Mikroskopische Wertbestimmung von dalmatinischem Insektenpulver. (Südd. Apothekerztg. *1915.* **55,** 102.)

Liesche's naturwissenschaftliche Taschenatlanten. *1915.* 8⁰. Grasers Verlag, Annaberg. 13. Heft. Atlas der Giftpflanzen in natürlicher Farbe mit Beschreibung. (Botanik IV.) 16 bunte Taf.

Luthmer, A. H., Die Handelsgewächse des Unterelsaß. I. Trübner, Straßburg. *1915.* 8⁰. 17 S.

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.

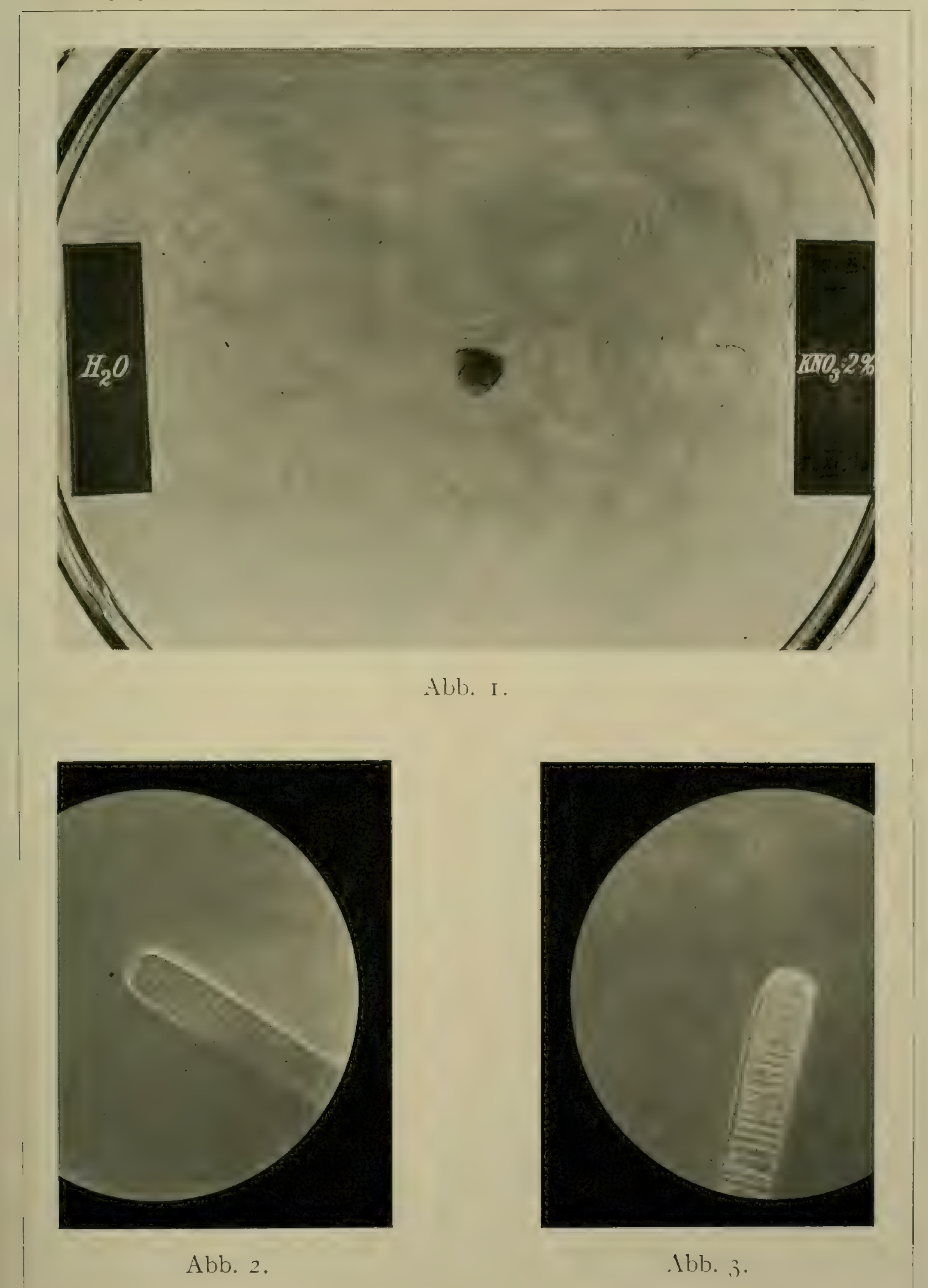


Abb. 1.

Abb. 2.

Abb. 3.







Hofbuchdruckerei Rudolstadt

ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG JOST · FRIEDRICH OLTMANNS
HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH

SIEBENTER JAHRGANG SECHSTES HEFT

MIT 20 ABBILDUNGEN IM TEXT UND 1 TAFEL



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1915

Monatlich erscheint ein Heft im Umfange von 4—5 Druckbogen
Preis für den Jahrgang: 24 Mk.

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Manuskripte, Bücher usw.) bitten wir zu richten an
Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. **Oltmanns, Freiburg i. Br.,** Jacobistr. 23

Inhalt des sechsten Heftes.

Das Honorar für die Originalarbeiten beträgt Mk. 30.—, für die in kleinerem Drucke hergestellten Referate Mk. 50.— für den Druckbogen. Dissertationen werden nicht honoriert. Die Autoren erhalten von ihren Beiträgen je 30 Sonderabdrücke kostenfrei geliefert. Auf Wunsch wird bei rechtzeitiger Bestellung (d. h. bei Rücksendung der Korrekturbogen) eine größere Anzahl von Sonderabzügen hergestellt und nach folgendem Tarif berechnet:

Jedes Exemplar für den Druckbogen	10	Pfg.
Umschlag mit besonderem Titel	10	„
Jede Tafel einfachen Formats mit nur einer Grundplatte .	5	„
Jede Doppeltafel mit nur einer Grundplatte	7,5	„
Tafeln mit mehreren Platten erhöhen sich für jede Platte um	3	„

Beiträge zur Kenntnis der Hymenomyceten III.

Von

Hans Kniep.

Mit Tafel 2 und 20 Abbildungen im Text.

Über die konjugierten Teilungen und die phylogenetische Bedeutung der Schnallenbildungen.

Die vorliegende Abhandlung schließt sich an meine beiden 1913 erschienenen Mitteilungen über die Entwicklungsgeschichte der Hymenomyceten an. Ich habe seitdem eine größere Anzahl von Basidiomyceten kultiviert und untersucht und mich dabei bemüht, namentlich über einen Punkt volle Klarheit zu gewinnen, über den ich damals zu keiner definitiven Entscheidung gelangen konnte. Er betrifft die Natur der eigenartigen Körperchen, die sich vorwiegend in jungen Schnallenbildungen finden. Über diese Körperchen habe ich in Beitrag II, S. 616ff. näheres mitgeteilt. Meine damalige Annahme ging dahin, daß die Körperchen, die in ganz jungen Schnallen manchmal den Eindruck von kleinen Kernen erwecken, keine Kerne sind. Gestützt wurde diese Annahme u. a. dadurch, daß eine Einwanderung der Körperchen in die Schnallen ebensowenig wie ein Überwandern von der Schnalle in die Basalzelle beobachtet werden konnte. In verschiedenen einwandfrei gefärbten Präparaten ließen sich Degenerationsstadien der Körperchen, die in alten Schnallen fehlen, erkennen (a. a. O. Taf. 4, Fig. 10 bei b). Da ferner die Kernzahl in den über und unter der Schnalle gelegenen Zellen keine konstante war (s. z. B. a. a. O. Taf. 4, Fig. 4, 7, 11), so gelangte ich zu der Auffassung, daß die Körperchen, selbst wenn sie Kerne wären, mit der Entstehung der typischen, durch konjugierte Teilung sich vermehrenden Kernpaare nichts zu tun haben.

Meine neuen, auf breiterer Grundlage fußenden Untersuchungen haben nun gezeigt, daß diese Deutung nicht haltbar ist. Die damaligen Beobachtungen sind zwar richtig; es hat sich aber ergeben, daß gerade Coprinus nycthemerus für die Entscheidung der erwähnten Fragen ein sehr ungünstiges Objekt ist, weil er hinsichtlich der Schnallenbildung und der damit im Zusammenhang stehenden Kernverhältnisse zahlreiche Unregelmäßigkeiten zeigt, die das Erkennen des bei anderen Pilzen realisierten typischen Entwicklungsverlaufs außerordentlich erschweren. Dadurch, daß ich diese Abweichungen vom Typus nicht richtig bewertet habe, kam ich zu Schlußfolgerungen, die sich im Verlaufe der neuen Untersuchungen als unrichtig herausgestellt haben.

Als Resultat der letzteren nehme ich vorweg, daß die Doppelkörperchen in den jungen Schnallen tatsächlich Kerne (Nukleolus und Kerngerüst) sind, und zwar Kerne, die sich durch konjugierte Teilung vermehren, also echte Paarkerne. Insofern sind allerdings meine damaligen Angaben vollkommen richtig, als diese Kerne als solche nicht in die jungen Schnallen einwandern, sondern in diesen entstehen. Auch können sie da degenerieren, doch geschieht das nur in Ausnahmefällen, nämlich meist dann, wenn die Schnallenanlage mit der nächstunteren Zelle nicht oder erst abnorm spät zur Verschmelzung kommt. Die Regel ist, daß der kleine Kern nach Verschmelzung der Schnallen mit der Basalzelle in diese überwandert. Da diese Wanderung offenbar sehr schnell erfolgt, erfordert es langes Suchen, bis man gerade das Stadium des Übertritts findet. Neben diesem direkten Beweise, über den ich unten berichten werde, gibt es aber noch indirekte, aus denen ohne Zweifel hervorgeht, daß im normalen Entwicklungsgang ein solcher Übertritt stattfindet.

Bei Coprinus nycthemerus wiegen im Schnallenmycel, das gewöhnlich schon in den wenige Tage alten Keimlingen auftritt, die zweikernigen Zellen vor (a. a. O. S. 617 und 632). Dazwischen kommen einzeln oder in Zügen einkernige Zellen vor. Andrerseits sind in den jungen, noch keine Schnallen führenden Mycelien die einkernigen Zellen vorherrschend. Doch wurden hier auch zwei, gelegentlich auch mehrere Kerne in

einer Zelle beobachtet. Die Untersuchung anderer Basidiomyceten, deren Mycel gleichfalls Schnallenbildungen zeigt, ergab nun, daß die Zweikernigkeit der durch Schnallen verbundenen Zellen die Regel ist. Die meisten dieser Pilze haben ausnahmslos oder wenigstens von ganz seltenen Ausnahmen abgesehen im Schnallenmycel zweikernige bzw. paarkernige Zellen. Auch darin verhält sich also Coprinus nycthemerus abnorm, daß im Schnallenmcyel einkernige Zellen vorhanden sind; der Pilz ist wegen dieser Abweichung vom Typus für das Stadium der Kernverhältnisse im Schnallenmycel sehr wenig geeignet, obgleich seine Kerne relativ groß und leicht färbbar sind — ein Umstand, der mich seiner Zeit neben der leichten Fruchtkörperbildung des Pilzes in der Kultur dazu geführt hatte, ihn als Untersuchungsobjekt zu wählen.

Es sollen hier zunächst die neuen Ergebnisse geschildert werden; erst später werde ich auf Coprinus nycthemerus kurz zurückkommen.

Es gibt unter den Hymenomyceten zahlreiche Formen, bei denen aus der keimenden Basidiospore zunächst ein Mycel mit typisch einkernigen Zellen hervorgeht. Auch einfach organisierte, keinen eigentlichen Fruchtkörper bildende Typen gehören hierher. Erst nachdem das aus einkernigen Zellen bestehende Mycel eine mehr oder weniger große Mächtigkeit erreicht hat, treten Hyphen mit Schnallen auf, deren Zellen die charakteristischen Kernpaare enthalten. Ich will zunächst auf den Modus der Kernteilungen im Schnallenmycel näher eingehen und wähle hierfür als Beispiele zwei Pilze aus der Gattung Corticium : C. varians nov. spec. und C. serum (Pers.)[1]. Beide Pilze sind ihrer äußeren Gestalt nach dem früher von mir untersuchten Hypochnus terrestris (Corticium terrestre) ähnlich, namentlich der letztere. Sie weichen aber insofern von diesem ab, als die Zweikernigkeit nicht schon in der Spore entsteht, sondern erst später, nachdem aus der Spore ein

[1]) Beide Pilze gehören der Untergattung Hypochnus an, da sie ein mehr oder weniger flockiges Hymenium entwickeln. Da ich mich durch die Untersuchung einer größeren Anzahl von Formen aus der Gattung überzeugt habe, daß sich die Gattungen Corticium s. str. und Hypochnus nicht scharf trennen lassen, so schließe ich mich der Ansicht verschiedener neuerer Mykologen an und lasse Hypochnus als Sondergattung fallen.

Mycel mit einkernigen Zellen hervorgegangen ist. Nach meinen bisherigen Untersuchungen ist dieser Modus der häufigere; ich habe ihn auch bei solchen Formen beobachtet, deren Sporen im reifen Zustand zwei Kerne enthalten [z. B. Kneiffia gigantea (Fries)]. Bei der Keimung wandert dann gewöhnlich einer der Kerne in den Keimschlauch und dieser gliedert sich darauf von der Spore durch eine Querwand ab, so daß zwei einkernige Zellen entstehen, die dann durch Fortwachsen und Verzweigung einem mehr oder weniger ausgedehnten Mycel mit einkernigen Zellen den Ursprung geben. Corticium varians und C. serum gehören nicht zu dieser Gruppe. Ihre Sporen besitzen im reifen Zustand nur einen Kern, der sich erst nach der Keimung teilt. Ich erwähne noch, daß C. varians sich von C. serum und C. terrestre dadurch unterscheidet, daß seine Basidien nicht regelmäßig vier-, sondern vier bis achtsporig sind[1].

Im Schnallenmycel trifft man bei beiden Formen regelmäßig zwei Kerne in der ausgebildeten Zelle an (s. Fig. 14, Taf. 2, die Haupthyphe); das junge, schnallenfreie Mycel besteht aus einkernigen Zellen. Nur ausnahmsweise finden sich hier meist in sehr großen, inhaltreichen Zellen zwei oder auch drei Kerne. Wie die Schnallen sich bilden, hat bereits Brefeld (1877) annähernd richtig angegeben. Es entsteht an der Hyphe eine

[1]) Die Beschreibungen von Winter (Rabenhorsts Kryptogamenflora I, 1, S. 328) und Schroeter (Kryptogamenflora von Schlesien III, 1, S. 417) passen gut auf die von mir in den Vogesen an Baumstümpfen gefundenen Exemplare von Corticium serum (Pers.). Ich will daher den Pilz unter diesem Namen führen. — Corticium varians nov. spec. steht C. subcoronatum v. Höhnel und Litschauer (1907, S. 822), und C. coronatum (Schroeter) zweifellos sehr nahe. Es unterscheidet sich von beiden u. a. durch die reinweiße Farbe des Hymeniums und durch die Sporengröße, von letzterem durch das Vorhandensein von Schnallen und ist als besondere Art anzusehen. Ich gebe nachstehend eine Beschreibung des Pilzes: Pilz zarte, weiße, schimmelige bis flockig-krümelige Überzüge bildend. Hyphen locker verflochten, nicht sehr häufig anastomosierend, mit typischen Schnallenbildungen. Breite der subhymenialen Hyphen 3 bis 5 μ. Breite der Basidien an der Ursprungsstelle der Sterigmen 3,5 bis 5,5 μ. Basidien mehr oder weniger keulenförmig, nach der Basis zu oft nur wenig verschmälert. 4 bis 8 (meist 6 oder 7) gebogene Sterigmen. Sporen 3,4 bis 5 μ lang, 2,4 bis 3,0 μ breit, oval, an den Enden abgerundet. Inhalt der Sporen homogen. Die Entwicklung der viersporigen Basidien, die sehr selten sind, wurde cytologisch nicht verfolgt. In den anderen Fällen scheinen immer durch dreifache Kernteilung 8 Kerne zu entstehen, von denen bei den fünf bis siebensporigen

kleine seitliche Ausstülpung, die basalwärts in einem von der Hyphe aus gesehen konkaven Bogen wächst. Die Spitze der Auszweigung vereinigt sich dann unter Auflösung der trennenden Wände wieder mit der Hyphe. Ehe das geschieht, bildet sich direkt unterhalb des Ursprungs der Schnalle in der Hyphe eine Querwand. Auch die Schnalle selbst trennt sich von der Hyphe durch eine an ihrer Ursprungsstelle liegende, schräg zur Hyphenquerwand vorlaufende Querwand ab.

So viel läßt sich bereits am ungefärbten Präparat beobachten. Wie verhalten sich nun die Kerne? Die langgestreckten, gewöhnlich inhaltreichen Endzellen der Hyphen des vielfach verzweigten Schnallenmycels bergen etwa in der Mitte, in einiger Entfernung voneinander, zwei Kerne. Ehe diese Kerne sich zur Teilung[1] anschicken, die stets eine konjugierte ist, sieht man bereits die Anlage der jungen Schnalle als kleine, bogenförmige Ausstülpung, meistens in der Mitte zwischen beiden Kernen[2] (Fig. 1, Taf. 2). Bei den Verzweigungen der Hyphen verhält sich die Sache im Prinzip genau so (Fig. 2, Taf. 2). Nachdem der aussprossende Seitenzweig eine gewisse Länge erreicht hat, wandern die beiden Kerne an die Verzweigungsstelle. Der eine wandert ein Stück weit in den Seitenzweig hinein, der andere bleibt entweder zunächst in der Ursprungsstelle oder begibt sich in den basalen Teil des Zweiges. Zwischen beiden wird dann die Schnalle des

Basidien die entsprechende Zahl in die Sporen wandert, die übrigen in der Basidie zurückbleiben. Die Sporen sind stets einkernig. Erst nach der Keimung findet Teilung des Kernes statt.

Ich fand den Pilz Ende Dezember 1912 in Ottenhöfen (Baden) auf aufgestapeltem Kiefernholz. — Die Bezeichnung varians habe ich wegen der schwankenden Sporenzahl gewählt. In der Kultur ist der Pilz sehr anspruchslos. Er wächst gut auf Kiefernholzdekokt-Agar, ebenso auf angefeuchteten, sterilisierten Sägespänen. In Reinkultur ist er leicht zur Basidienbildung zu veranlassen. An den mit Wasser beschlagenen Wänden der Erlenmeyer-Kolben wächst das Mycel in die Höhe und bildet nach einigen Wochen weiße, flockige Hymenien, die reichlich Sporen produzieren. Für die cytologische Untersuchung ist es zweckmäßig, den Pilz auf dünnen Agarhäutchen oder auf Collodiumhäutchen wachsen zu lassen; die Mycelien breiten sich dann schön in einer Ebene aus und können in toto fixiert und gefärbt werden.

[1]) Die Kernteilung ist bei den beiden Corticien nicht an eine bestimmte Tageszeit gebunden.

[2]) Die Angabe Brefelds (1877), daß die Schnalle sich direkt oberhalb einer Querwand ausstülpe, ist unkorrekt. Die Querwand, die Brefeld im Auge hat, entsteht erst später.

Seitenzweigs angelegt. Der Fall, daß die beiden Kerne erst nach Anlage der Schnalle die Stellung dies- und jenseits derselben annehmen, ist ziemlich selten.

Das nächste Stadium besteht darin, daß die Kerne in die Prophase der Teilung eintreten. Dabei oder kurz zuvor nähert sich der der Spitze der Hyphe näher liegende Kern der Schnallenausstülpung und wandert in dieselbe ein (Fig. 3 bis 7, Taf. 2). Beide Kerne machen nun völlig synchron die weiteren Phasen der Mitose durch. Die Teilung der Chromosomen in der Äquatorialplatte, die zweifellos vorhanden ist, läßt sich wegen der außerordentlichen Kleinheit dieser Körper nicht beobachten. Wie groß die haploide Zahl der Chromosomen ist, wage ich ebenfalls nicht bestimmt zu entscheiden. Sie ist jedenfalls größer als zwei. Ich muß es dem Leser überlassen, sich an der Hand der Figuren (5 bis 12, Taf. 2) selbst ein Urteil zu bilden. Von diesen Figuren gehören 5, 6, 12 zu Corticium varians, 7 bis 11 zu C. serum. Man ersieht aus ihnen deutlich, daß die beiden Spindelachsen einen spitzen Winkel miteinander bilden. Die eine verläuft in der Richtung der Hyphe, die andere schräg in die Schnallenausstülpung hinein. Was die Nucleoli der Mutterkerne anlangt, so bleiben sie ziemlich lange erhalten, bei C. serum anscheinend etwas länger als bei C. varians. Man sieht sie neben oder in der Nähe der Spindeln liegen, in mehr oder weniger deformiertem Zustand (Fig. 8 bis 12, Taf. 2). Es ist wohl anzunehmen, daß sie allmählich zerfallen oder aufgelöst werden, und daß die Tochterkerne neue Nucleoli bilden[1]. Noch ehe die vier Kerne das Stadium der Telophase völlig durchgemacht haben, entfernen sie sich voneinander, in der Weise, daß zwei in der Richtung nach der Hyphenspitze, einer basalwärts wandert, während der vierte in der Schnalle verbleibt. Bei der weiteren Ausgestaltung zu ruhenden Kernen erreichen die drei ersteren ungefähr die Größe der Mutterkerne, aus denen sie hervorgegangen sind, der in der Schnallenanlage befindliche wird dagegen wesentlich kleiner, da der beschränkte Raum hier die Erreichung der normalen Größe nicht gestattet

[1]) Im jungen, aus einkernigen Zellen bestehenden Mycel findet man Kernteilungsbilder, die ganz mit den bei Paarkernen beobachteten übereinstimmen. Das geht aus einem Vergleich von Fig. 13 (Taf. 2) mit den anderen Figuren hervor.

(Fig. 14 bis 17, Taf. 2). Kurz darauf werden Querwände gebildet. Die eine entsteht direkt unterhalb des Ursprungs der Schnallenausstülpung und trennt die fortwachsende Endzelle von der Basalzelle ab. Die andere, welche mit ersterer einen apikalwärts geöffneten stumpfen Winkel bildet, gliedert die Schnallenausstülpung von der Endzelle ab. Den genauen Zeitpunkt der Entstehung dieser letzteren Querwand habe ich nicht bestimmen können. Es ist ungemein schwer, zarte, soeben angelegte Querwände zu erkennen. Mehrfach ließ sich sicher feststellen, daß die Wand schon vor der Verschmelzung der Schnalle mit der Basalzelle angelegt ist (Fig. 14 bis 16, Taf. 2), ich wage aber nicht zu behaupten, daß das immer so ist. Im allgemeinen gewinnt man den Eindruck, daß die Querwand in der Haupthyphe etwas früher als die die Schnalle abgrenzende Scheidewand gebildet wird.

Noch ehe das Ende der Schnallenausstülpung mit der Basalzelle verschmilzt, verlängert sich die Spitzenzelle mehr oder minder, und ihre beiden Kerne ordnen sich gewöhnlich so, daß der Mittelpunkt ihrer Verbindungslinie annähernd mit dem Mittelpunkt der Zelle zusammenfällt. Sogleich nach der Verschmelzung der Schnalle mit der Basalzelle wandert der kleine Kern in die letztere über. Der Kernübertritt geht, wie ich schon bemerkte, sehr schnell vor sich; ich habe das Stadium erst nach langem Suchen gefunden (s. Fig. 18, Taf. 2). Daß er stattfindet, folgt außerdem unzweifelhaft aus dem Studium derjenigen Bilder, die die vorletzte Zelle der Hyphe nicht allzulange nach der Fusion der Schnalle zeigen (Fig. 20, Taf. 2 bei a, s. auch Fig. 19). Hier sieht man deutlich, daß die Kerne verschieden groß sind. Der kleine liegt apikalwärts vom größeren; er stammt aus der Schnalle. Allmählich wächst er zur normalen Größe heran, doch kann es ziemlich lange dauern bis beide Kerne gleich groß sind. Es kommt jedenfalls vor, daß man auch noch in der, von der Hyphenspitze gerechnet, dritten Zelle einen deutlichen Größenunterschied wahrnimmt.

Gelegentlich beobachtet man von dem geschilderten Entwicklungsverlauf kleine Abweichungen. So kommt es vor, daß die Verschmelzung der Schnalle mit der Basalzelle sich ver-

spätet und auch dann noch nicht eingetreten ist, wenn die Spitzenzelle bereits eine oder sogar mehrere Teilungen erfahren hat. Wenn dann die Fusion der Schnalle ganz ausbleibt, sieht man Bilder, die auf Degeneration des kleinen Kernes schließen lassen. Bei den beiden Corticien ist diese Abnormität recht selten. Häufiger kommt sie bei Coprinus nycthemerus vor, was ich schon eingangs erwähnt habe, und was zu der unrichtigen Deutung der ganzen Erscheinung Anlaß gegeben hat. Eine Nachuntersuchung des Pilzes hat übrigens gezeigt, daß die Degenerationsstadien im jungen Schnallenmycel, das ich seinerzeit hauptsächlich untersucht habe, besonders häufig sind. In den Hyphenenden älterer Schnallenmycelien finden die Fusionen mit größerer Regelmäßigkeit statt. Auch die konjugierten Teilungen verlaufen bei Coprinus nycthemerus nach genau demselben Typus, und ich habe mich neuerdings auch überzeugt, daß in Schnallenmycelien, die schon längere Zeit fortgewachsen, also nicht erst vor kurzem angelegt sind, die charakteristischen Hyphenenden mit dem kleinen Kern in der Schnallenanlage ziemlich häufig anzutreffen sind. In diesen Fällen war dann die zweitletzte Zelle so gut wie immer einkernig. Die Bilder stimmten also mit der Fig. 4 auf Taf. 4 meiner früheren Arbeit (1913) und mit den auf Taf. 2 dieser Arbeit wiedergegebenen, auf Corticium varians bezüglichen Fig. 14 bis 17 überein. Wie es kommt, daß gerade das jung angelegte Schnallenmycel von Coprinus so zahlreiche Abweichungen vom Typus zeigt, vermag ich nicht anzugeben. Ich hatte die Möglichkeit, daß die Körperchen in den Schnallenanlagen Kerne sind, die überwandern könnten, schon damals in Erwägung gezogen, war aber davon zurückgekommen, hauptsächlich weil sich kein konstantes Verhältnis zwischen der Kernzahl der Spitzenzelle und der basalwärts von ihr liegenden finden ließ. Wie sich das Zustandekommen der Fig. 7 bis 11 (Taf. 4 der früheren Arbeit) wiedergegebenen Stadien im einzelnen erklärt, darüber lassen sich auch heute nur Vermutungen äußern. Bei Fig. 7 und 8 dürfte der Schnallenkern schon degeneriert gewesen sein, ehe die Schnalle mit der Basalzelle zur Verschmelzung kam. Man sieht hier in den Schnallen noch kleine, dunkle Körperchen, die vermutlich die letzten Reste dieser Kerne sind.

In Fig. 9 ist die Schnalle noch nicht fusioniert. Trotzdem hat die basale Zelle zwei Kerne. Vielleicht hat hier der ursprünglich einfache Kern unter dem Einfluß der seitlich hervorsprossenden Verzweigung eine vorzeitige Teilung erfahren. Die Abnormitäten in Fig. 10 sind möglicherweise zum Teil durch unregelmäßigen Verlauf der konjugierten Teilung zustande gekommen. Was schließlich Fig. 11 anlangt, so finden sich hier in den beiden abgebildeten Zellen je ein Kern mehr als man erwarten sollte. Es müssen also auch hier im Teilungsmodus Unregelmäßigkeiten vorgekommen sein.

Auf eine Erscheinung hatte ich seinerzeit bei Coprinus besonderes Gewicht gelegt, nämlich die, daß hier in dem vorwiegend aus zweikernigen Zellen bestehenden Schnallenmycel oft einkernige Zellen oder Gruppen solcher eingestreut sind. Ich habe damals daraus geschlossen, daß im Schnallenmycel regelmäßige konjugierte Teilungen und entsprechende darauffolgende Abgliederung der Zellen (in zweikernige oder solche, die ein Multiplum von zwei Kernen enthalten) im Schnallenmycel nicht vorliegen können (a. a. O. 1913, S. 622). Diese Schlußfolgerung ist auch richtig, sofern der Ton auf regelmäßig gelegt und sie nicht in dem Sinne ausgedehnt wird, daß die konjugierten Teilungen im Schnallenmycel überhaupt nicht oder nur ausnahmsweise vorkämen. Sie finden bei den beiden Corticien durchaus regelmäßig statt und bilden somit einen wesentlichen Charakterzug des Schnallenmycels, und auch bei Coprinus nycthemerus liegt es prinzipiell nicht anders. Die beobachtete Zwischenschaltung einkerniger Zellen ist hier vermutlich ein sekundärer Vorgang, vielleicht dadurch entstanden, daß nachträglich die Paarkerne durch Querwände voneinander getrennt werden und sich vor- oder nachher unabhängig voneinander (nicht synchron) teilen. Mit dieser Annahme steht es in Einklang, daß sich bei Coprinus nycthemerus nicht an allen Querwänden des Schnallenmycels Schnallen finden (vgl. z. B. Fig. 15, 18, 19 auf Taf. 5 des II. Beitrages [1913]).

Um nun zu zeigen, daß der geschilderte Modus der konjugierten Teilungen und seine Beziehung zur Schnallenbildung eine für die Hymenomyceten typische Erscheinung ist, genügt die Untersuchung so weniger Formen nicht, zumal Corticium

varians und C. serum vermutlich nahe miteinander verwandt sind. Ich habe daher einige andere Formen zum Vergleich herangezogen und überall die oben beschriebenen Verhältnisse gefunden. Diese Formen sind: Panus stypticus Fr. Clitocybe flaccida Gillet, Polyporus destructor Schrad. Ich halte es nicht für nötig, die einzelnen Stadien der konjugierten Teilungen und der Schnallenbildung bei diesen drei Pilzen abzubilden, da die Bilder sich vollkommen mit denen der beiden Corticien decken würden. In den durch ausgebildete Schnallen begrenzten Zellen wurden ausnahmslos zwei Kerne gefunden. Das beweisen z. B. Fig. 21 und 22 (Taf. 2), die sich auf Polyporus destructor beziehen. Fig. 21 stellt das Ende einer Hyphe dar. Die in der Richtung der Pfeile sich verlängernden Zellen in Fig. 22 enthalten auch je ein Kernpaar[1]. Sofern die Schnalle mit der Basalzelle noch nicht verschmolzen war, war letztere einkernig. Ich habe übrigens bei den drei Pilzen mehrfach mit voller Sicherheit erkennen können, daß die kernhaltige Schnalle bereits in diesem Stadium an der Spitzenzelle durch eine Wand abgegliedert war, in anderen Fällen ließ sich die Existenz dieser Wand vor der Fusion nicht mit absoluter Sicherheit feststellen.

Es kann danach wohl keinem Zweifel unterliegen, daß die Zellen des Schnallenmycels bei den Hymenomyceten typische, sich konjugiert teilende Kernpaare enthalten. Wenn bei Coprinus nycthemerus und vielleicht noch bei anderen Formen Unregelmäßigkeiten auftreten, so ist das nur von nebensächlicher Bedeutung gegenüber der Tatsache, daß die Zweikernigkeit in den durch Schnallen begrenzten Zellen durchaus die Regel ist. Wenn ich angesichts dieser Ungleichmäßigkeiten bei Coprinus nycthemerus besonderes Gewicht darauf legte, daß die jungen Anlagen der Fruchtkörper ganz regelmäßig zweikernige Zellen enthalten und den Beginn der eigentlichen Paarkerngeneration

[1]) Levines (1913) Fig. 5 und 6 seiner Taf. 5, die sich auch auf Polyporus destructor beziehen, sind insofern sicher unkorrekt, als an den apikalen Enden der oberen Zellen keine Schnallenverbindungen eingezeichnet sind. Ich habe bei diesem Pilz ein derartiges Verhalten niemals beobachtet, vielmehr waren im typischen Paarkernmycel ohne Ausnahme Schnallen festzustellen. Auch fehlen an zwei der von Levine gezeichneten Schnallen die Wände, die sie von der apikalwärts liegenden Zelle abtrennen und die in dem von Levine gezeichneten Stadium stets ausgebildet sind.

von diesen Stadien an datierte, so war das mit Rücksicht auf das damals vorliegende Material begreiflich, läßt sich heute aber nicht mehr aufrecht erhalten. Die Paarkerngeneration entsteht vielmehr unabhängig von der Anlage der Fruchtkörper. Bei Coprinus nycthemerus pflegt sie früher als diese zu entstehen. Daß die von mir früher beschriebenen Fruchtkörperanlagen teilweise aus einkernigen Zellen des Mycels entspringen, ist auf das erwähnte abnorme Verhalten dieses Pilzes zurückzuführen. Da in diesem Mycel, wie Fig. 14 bis 19 und 22 auf Taf. 5 meiner früheren Arbeit (1913) zeigen, Schnallen vorkommen, so beginnt die eigentliche Paarkerngeneration schon vor Anlage der Fruchtkörper. Ob das bei allen Hutpilzen der Fall ist, vermag ich nicht zu entscheiden. Da Levine bei verschiedenen Formen Schnallenbildungen vor Entstehung der Fruchtkörper beobachtet hat, ist anzunehmen, daß diese sich ebenso verhalten, und die von Levine aufgestellte, von mir aus den erwähnten Gründen seinerzeit zurückgewiesene Hypothese, daß der zweikernige Zustand fixiert ist, ehe die Pilze zur Fruchtkörperbildung schreiten, dürfte zu Recht bestehen. Bewiesen hat allerdings Levine diese Hypothese ebensowenig wie er konjugierte Kernteilungen gesehen und erkannt hat, daß gerade die Zellen des Schnallenmycels typisch zweikernig sind.

Nach alledem drängt sich von neuem die Frage auf: wo entsteht die Zweikernigkeit bei denjenigen Formen, deren Basidiosporenkeimlinge aus schnallenfreien Hyphen mit einkernigen Zellen bestehen? Ich werde hierüber in dem demnächst erscheinenden IV. Beitrag näher berichten und teile hier vorgreifend nur so viel mit, daß die Paarkerngeneration ohne Vermittlung von Sexualorganen entsteht.

Hier soll noch die Frage nach der phylogenetischen Bedeutung der Schnallen kurz erörtert werden. Brefeld (1877) spricht die Schnallen als eine Art Anastomosen an. Dagegen läßt sich an sich nichts einwenden, nur darf man nicht soweit gehen, die Schnallen als den gewöhnlichen Anastomosen homologe Gebilde anzusehen. Daß das unrichtig wäre, wird sich aus der folgenden Betrachtung ergeben.

Es bedarf heute keiner weiteren Diskussion, daß Ascus und Basidie als homologe Organe aufzufassen sind. Kein Zweifel

besteht auch darüber, daß bei den Basidiomyceten eine mehr oder weniger ausgedehnte Paarkerngeneration (Synkaryophyt) vorhanden ist, in deren Zellen die Kerne sich durch konjugierte Teilung vermehren, und die jeweils einen Abschluß in der Basidie findet, wo die Paarkerne miteinander verschmelzen.

Die Paarkerne sind haploid. Wenn auch die exakte Chromosomenzählung wegen der Kleinheit der Kerne auf große Schwierigkeiten stößt, so liegt doch keinerlei Grund vor, die haploide Natur der Paarkerne anzuzweifeln, um so weniger als bei denjenigen Basidiomyceten, deren vollständiger Entwicklungsgang bekannt ist, von keinem Beobachter außer der Kernverschmelzung in der jungen Basidie, Teleutospore oder Brandspore noch eine zweite gesehen worden ist, und als auch bei den unvollständig bekannten Formen in der Basidie immer nur eine einzige Reduktionsteilung, niemals Anzeichen einer zweiten beobachtet worden sind.

Soweit dürfte also alles klar liegen. Bekanntlich kommen nun auch bei den Ascomyceten Kernpaare vor, und zwar in den ascogenen Hyphen. Die Auffassung, daß diese ascogenen Hyphen der Paarkerngeneration der Basidiomyceten homolog sind, hat zur Voraussetzung, daß ihre Kerne ebenso wie bei diesen haploid sind. Bekanntlich herrscht über letzteren Punkt noch keine völlige Einigkeit, da es immer noch einige Forscher gibt (Fraser und ihre Schule), die in Übereinstimmung mit Harpers Angabe (1900) und entgegen Claussens neueren Ergebnissen (1907, 1912) annehmen, daß im Ascogon eine Verschmelzung männlicher und weiblicher Kerne stattfindet und im Ascus eine doppelte Reduktion der Chromosomenzahl gesehen zu haben glauben. Abgesehen davon, daß eine solche doppelte Reduktion sehr wenig innere Wahrscheinlichkeit für sich hat und die Bilder, die sie beweisen sollen, keineswegs eindeutig sind, mehren sich in neuerer Zeit die Stimmen[1], die sich auf Grund von Untersuchungen verschiedener, nicht nahe miteinander verwandter Ascomyceten für die allgemeine Gültigkeit von Claussens Anschauung für diese Pilzgruppe erklären. Ich habe schon früher hervorgehoben, daß keinerlei

[1]) Vgl. Nienburg (1914), S. 393, dort weitere Literatur. Daß im Ascogon keine Kernverschmelzung, sondern nur Kernpaarung eintritt, ist vermutungsweise wohl zuerst von Sands (1905, S. 735) geäußert worden.

Grund besteht, an der Richtigkeit von Claussens Angaben zu zweifeln und trage darum kein Bedenken, die ascogenen Hyphen der Ascomyceten und die Paarkernhyphen der Basidiomyceten für homologe Gebilde, also für einen Ausdruck der natürlichen Verwandtschaft beider Pilzgruppen zu halten.

Wenn dem nun so ist, so entsteht die Frage: gibt es für die Schnallen, die ja ausschließlich im Paarkernmycel vorkommen, ein Homologon bei den Ascomyceten? Meiner Überzeugung nach gibt es ein solches, und zwar sind es die charakteristischen Hakenbildungen der ascogenen Hyphen, die den Schnallen entsprechen oder vielmehr als Vorläufer derselben im phylogenetischen Sinne anzusehen sind. Zur Erleichterung des Verständnisses gebe ich hier einige Abbildungen aus Claussens Arbeit über Pyrenema confluens (1912) wieder (s. S. 382), da dieser Pilz von allen Ascomyceten am eingehendsten untersucht worden ist. Textfig. 1 zeigt die Hakenbildungen. In dem einzelligen Seitenzweig links liegt ein Kernpaar; beide Kerne teilen sich, wie sich aus Textfig. 2 ergibt, konjugiert, und dann bilden sich zwei Querwände, die den einkernigen Hakenstiel und die einkernige Hakenspitze von dem zweikernigen Hakenbogen absondern (Textfig. 1 rechts). Die beiden Kerne des letzteren können miteinander verschmelzen und dann wird aus dem Hakenbogen ein Ascus. Es kann aber auch der Hakenbogen zu einem neuen Haken auswachsen, wobei das Kernpaar sich wieder konjugiert teilt, und dieser Prozeß kann sich mehrfach wiederholen (vgl. Claussen 1912, S. 26). Von besonderer Wichtigkeit ist nun ein zweiter Punkt: die kleine einkernige Hakenspitzenzelle tritt mit der Stielzelle in Kommunikation, wodurch eine basale Zelle mit einem Kernpaar zustande kommt. Dieses Kernpaar ist nun zu weiterer konjugierter Teilung befähigt; sie tritt ein, nachdem die Zelle einen Seitenzweig getrieben und diesen in der üblichen Weise hakenförmige Gestalt angenommen hat. Der Ort, an dem der Seitenzweig aussproßt, ist verschieden. Meistens treibt letzterer an der Stelle der ursprünglichen Hakenspitzenzelle aus [in diesem Falle wandert der Kern des Hakenstiels in die Spitze ein (s. Textfig. 3)], oder an einem anderen Punkte, der aber, nach Claussens Abbildungen zu urteilen, immer oder wenigstens vorwiegend am apikalen Pole der Zelle

liegt [dann wandert der »Spitzenkern« zuerst in die Stielzelle und beide begeben sich gemeinsam in die Auszweigung (Text-

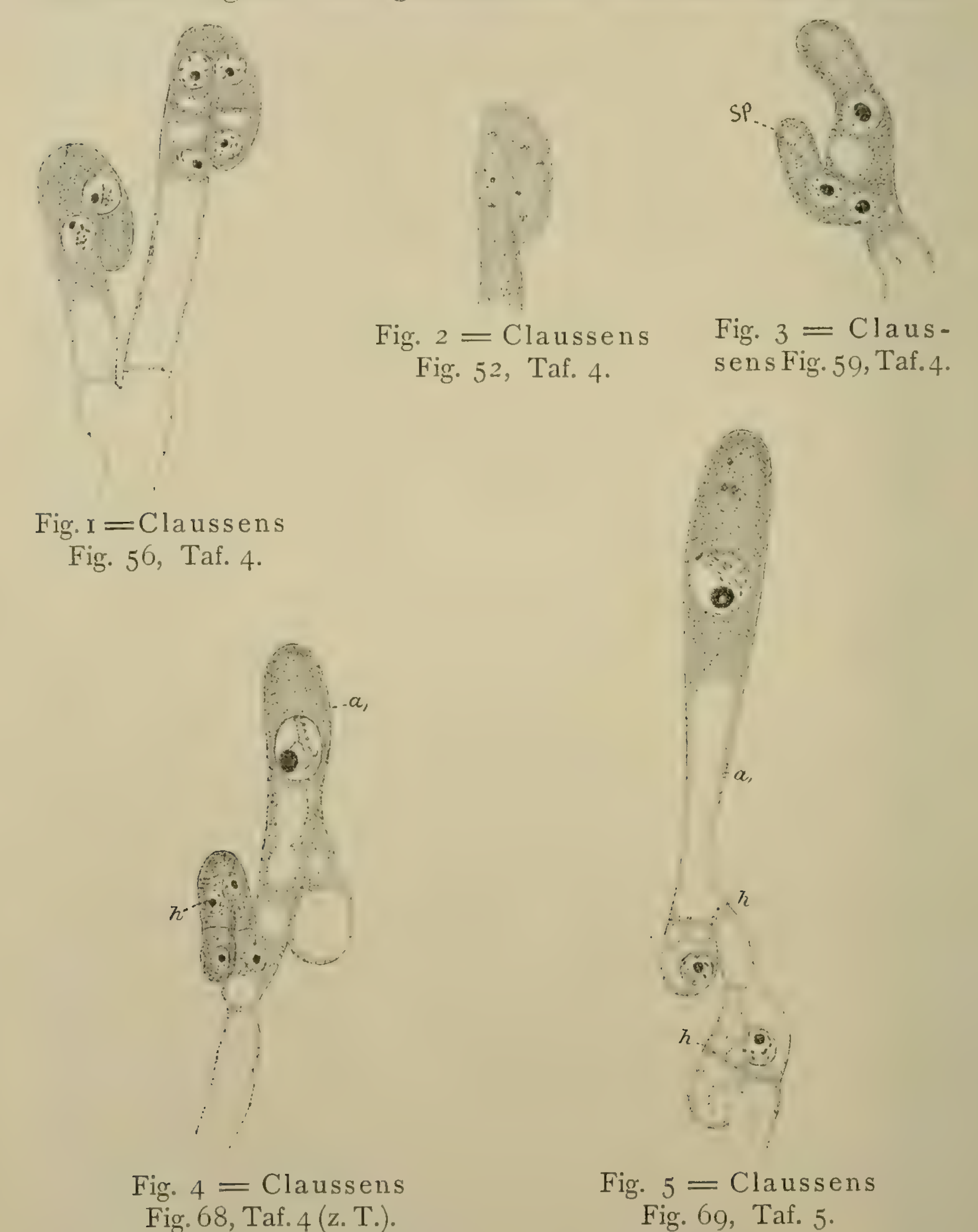


Fig. 1 = Claussens Fig. 56, Taf. 4.

Fig. 2 = Claussens Fig. 52, Taf. 4.

Fig. 3 = Claussens Fig. 59, Taf. 4.

Fig. 4 = Claussens Fig. 68, Taf. 4 (z. T.).

Fig. 5 = Claussens Fig. 69, Taf. 5.

Fig. 1 bis 5. Pyronema confluens nach Claussen (1912).

fig. 4)]. Die nunmehr entstandenen zweikernigen Hakenbogenzellen können wieder neue Haken bilden, ihre Kerne sich konjugiert teilen usf.

Wenn wir diese Verhältnisse überschauen, so ergibt sich in der Tat ein ganz auffallender Parallelismus zwischen der Entstehung der Hakenkrümmungen der Ascomyceten und den Schnallenbildungen der Basidiomyceten. Wir brauchen uns einzig und allein vorzustellen, daß der Hakenbogen eine starke Verlängerung erfährt, dann erhalten wir Bilder, die ganz dem Verhalten des Schnallenmycels entsprechen. Die Hakenbogenzelle ist die Endzelle einer Haupt- oder Seitenhyphe. Die Schnalle ist nichts anders als die Hakenspitzenzelle. Wir haben gesehen, daß diese mit der Basalzelle (= Hakenstielzelle) in offene Verbindung tritt; daß letztere sich weiterhin verzweigt (und zwar vorzugsweise durch Aussprossung in der Nähe ihres Apikalpoles) ist ebenfalls ein häufiges Vorkommnis. Zwar entspringen die Auszweigungen meist aus der ursprünglichen »Stielzelle« (wenigstens bei Corticium varians und C. serum), doch ist das keineswegs immer der Fall. Fig. 20 (Taf. 2) zeigt z. B. einen aus der Schnalle hervorgehenden Seitenast. Bei Coprinus nycthemerus und auch bei anderen Basidiomyceten habe ich dasselbe beobachtet (vgl. Beitr. II, Fig, 20 auf Taf. 5), Nichols (1904, S. 47) gibt es für Coprinus ephemerus an, v. Höhnel und Litschauer bilden es für Corticium molle Fr. ab (1908, S. 1104); die Angaben ließen sich noch vermehren. Es ist möglich, daß es Hymenomyceten gibt, wo dieses Verhalten die Regel ist, aber auch wenn das nicht der Fall wäre, würde man diesem Häufigkeitsverhältnis wohl kaum irgendwelche wesentliche Bedeutung zuschreiben können. — Ein vollkommener Parallelismus besteht auch in dem Verhalten der Kerne. Man braucht nur die Bilder der konjugierten Teilungen im Schnallenmycel (Fig. 8 und 9, Taf. 2) anzusehen und sie mit Textfig. 2 (nach Claussen) zu vergleichen, um das zu erkennen. Der in der Schnallenanlage entstehende Kern (Fig. 11 bis 17, Taf. 2) entspricht danach dem Kern der Hakenspitzenzelle, die Basalzelle ist ebenso wie die Hakenstielzelle einkernig, bevor die Schnalle bzw. Hakenspitzenzelle mit ihr verschmilzt. Auch insofern ist völlige Übereinstimmung, als die beiden nunmehr wieder in einer Zelle vereinten Kerne nicht Schwesterkerne sind. — Schließlich wäre hervorzuheben, daß sich auch die eigentümliche Anordnung der Querwände an der Schnalle, die einen apikalwärts

geöffneten stumpfen Winkel miteinander bilden, bei den Ascomyceten wiederfindet. Ein Blick auf Claussens Fig. 69 (Textfig. 5) zeigt dies. Eine kleine Differenz scheint nur hinsichtlich der zeitlichen Anlage dieser Querwände zu bestehen. In den ascogenen Hyphen bilden sie sich anscheinend ungefähr zur gleichen Zeit, unmittelbar nach der konjugierten Teilung der Kerne[1]. Bei den Hymenomyceten entsteht die die Schnalle abgrenzende Wand vermutlich meist etwas später als die eigentliche Querwand, vielleicht zum Teil erst nach Kommunikation der Schnalle mit der Basalzelle, in vielen Fällen aber sicher bereits vorher (vgl. z. B. Fig. 14 bis 16, Taf. 2). Wie schon oben bemerkt, bin ich mir über den Zeitpunkt des Entstehens dieser Wand nicht völlig ins Klare gekommen.

Nach alledem besteht meines Erachtens guter Grund zu der Annahme, daß es sich hier nicht um eine zufällige Übereinstimmung handelt, sondern daß sich in dem Verhalten tatsächlich eine verwandtschaftliche Beziehung zwischen Ascomyceten und Autobasidiomyceten ausdrückt.

Von besonderer Bedeutung ist nun begreiflicherweise die Frage, ob echte Schnallenbildungen etwa auch im Mycel der Ascomyceten, ehe dieses zur Fruchtkörperbildung schreitet, vorkommen. Da die Zellen dieses Mycels bekanntlich keine Paarkerne enthalten, so würde die Bejahung dieser Frage allerdings die obige Theorie sehr zweifelhaft erscheinen lassen. Es müßte dann zum mindesten angenommen werden, daß die Schnallen keine ausschließlich dem Paarkernmycel angehörenden Gebilde sind, und daß die Kernverhältnisse bei und während ihrer Ausbildung eventuell auch andere als die oben für Basidiomyceten beschriebenen sein können.

Über das Vorkommen von Schnallen bei Ascomyceten gibt es nun eine Angabe in de Barys vergleichender Morphologie

[1]) Von diesem Verhalten scheint es allerdings Ausnahmen zu geben. Faull (1905, S. 19) führt einige Formen an (Genea hispidula, Podospora anserina, P. setosa, Sordaria fimicola, S. humana, Geoglossum ophioglossoides, G. hirsutum, Geogl. spec., Verpa conica, Gyromitra sphaerospora, Leptoglossum luteum, Leptogl. spec., Mitrula phalloides, Leotia lubrica, L. chlorocephala, Phyllachora graminis, Discina venosa), wo die Bildung der die Hakenspitzenzelle abtrennenden Wand unterbleibt bzw. nur ausnahmsweise stattfinden soll.

und Biologie der Pilze (1884). In der ersten Ausgabe dieses Werkes (1866) wird Peziza Sclerotiorum als ein Pilz mit Schnallenbildungen angeführt, doch wird diese Angabe in der zweiten Auflage (1884, S. 19) wieder in Zweifel gezogen. Dort wird betont, daß nach den vorliegenden Daten Schnallen fast nur bei den Basidiomyceten vorkommen, außerdem bei Tuberraceen. Diese letztere Notiz stützt sich wohl auf de Barys eigene Untersuchungen über Tuberaceen (1863), wo S. 28 folgende Bemerkung zu finden ist: »Am häufigsten findet sich noch die Erscheinung (welche bei T. aestivum und T. melanospermum sehr oft vorkommt), daß der Faden, welcher als Stiel den Ascus trägt, dicht unter diesem eine der Wand desselben sich fest anlegende Aussackung treibt. Die Aussackung grenzt sich an ihrer Ursprungsstelle entweder durch eine Scheidewand zu einer besonderen Zelle ab, oder sie bleibt mit ihrer Stammzelle in offener Kommunikation. Sie entspricht hiernach vollkommen den an Pilzfäden so häufigen sogenannten Schnallenzellen, es wäre daher bedenklich, sie für eine Antheridie zu halten, auch wenn sie, was keineswegs der Fall ist, immer vorhanden wäre.«

Die hier als Schnallen angesprochenen Bildungen finden sich also bei den ascogenen Hyphen, und somit ist in diesem Passus bereits die hier vertretene Auffassung im Keime enthalten, denn es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß de Bary mit der Aussackung die Hakenspitzenzelle gemeint hat. Wenn er deren Zustandekommen nicht ganz richtig beschreibt, so ist das verzeihlich mit Rücksicht auf die Hilfsmittel der damaligen Zeit, zu der man ja auch über die Entstehungsweise der im fertigen Zustande fälschlicherweise Schnallenzellen genannten Schnallenbildungen noch nicht genauer unterrichtet war.

Angaben über das Vorkommen von Schnallen im haploiden Mycel der Ascomyceten sind mir nicht bekannt; die aus Sporen oder Konidien kultivierten Ascomycetenmycelien, die mir im Laufe der Zeit durch die Hände gegangen sind, zeigten niemals schnallenähnliche Bildungen. Sonach bestehen in dieser Richtung für die Theorie keine Schwierigkeiten.

Wir fragen nun nach der Verbreitung der beiden homologen Gebilde, zunächst der Hakenbildungen in den ascogenen Hyphen

der Ascomyceten. Sie scheint eine sehr weite zu sein. Die einfachsten Formen, wie Saccharomyceten, Eremascus usw., scheiden natürlich von vornherein aus, denn sie besitzen überhaupt keine eigentliche Paarkerngeneration. Die Discomyceten verhalten sich anscheinend fast alle so wie Pyronema. Das geht wenigstens daraus hervor, daß Claussen (1912, S. 31) 17 Formen anführt, die in diesem Punkte miteinander übereinstimmen und das Gleiche auch bei einer Reihe anderer nicht namentlich zitierter Arten beobachtet hat. Zahlreiche, von anderen Autoren beschriebene Fälle ließen sich anreihen; ich verzichte darauf, sie hier alle aufzuzählen, bemerke nur noch, daß auch ein paar Angaben existieren, nach denen der Ascus nicht aus der vorletzten Zelle der ascogenen Hyphe (als solche wäre die Hakenbogenzelle anzusprechen), sondern aus der letzten entstehen soll. Nienburg (1908) führt hierfür die Discomycetenflechten Baeomyces und Sphyridium an, Guilliermond (1905) in Übereinstimmung mit Maire (1903, 1905) Galactinia succosa, ferner Acetabula leucomelas. Was Nienburgs Figuren anlangt, so sind sie nicht ganz streng beweisend. Fig. 24 seiner Taf. III (auf Baeomyces bezüglich) spricht z. B. eher dafür, daß eine Hakenkrümmung und Abgliederung einer normalen Spitzenzelle existiert, die nach der Vereinigung mit der Stielzelle erneut zur Ascusbildung geschritten ist, nach einem der von Claussen für Pyronema beschriebenen Typen. Guilliermond, der bei einer ganzen Reihe von Discomyceten die normale Hakenbildung beobachtet hat[1] (1904 a, S. 53, 60; 1904 b, S. 133, 136) gibt an, daß bei Galactinia succosa und Acetabula leucomelas die Hakenbildung ausbleibt und die zweikernige Endzelle des ascogenen Fadens zum Ascus wird. Die Bilder Guilliermonds (1905), Taf. XII, Fig. 84 und 85, ebenso die von Maire (1905, Taf. III, Fig. 2 und 3), lassen in der Tat kaum eine andere Deutung zu, und ich bezweifle um so weniger, daß solche Ausnahmen vorkommen, als sie auch bei anderen Ascomyceten beobachtet worden sind. So gibt Faull (1904) dasselbe an für die Discomyceten Verpa bohemica und Urnula craterium und

[1]) Es sind das: Ascobolus marginatus, Guilliermondia saccoboloides, Aleuria cerea, Al. olivea, Al. amplissima, Acetabula vulgaris, Helvella sulcata, Helv. elastica, Helv. crispa, Ciboria echinophila, Bulgaria inquinans, Otidea onotica, Peziza (Humaria) rutilans.

die Perisporiacee Anixia spadicea. Diese Formen sind außerdem dadurch ausgezeichnet, daß anscheinend jede Zelle der ascogenen Hyphe zum Ascus auswachsen kann, was übrigens, nach Claussens Abbildungen zu schließen (1912, Textfig. 7, 8, 9), unter Vermittelung der Hakenbildung möglicherweise auch für die anderen Formen gilt[1]. Nach Harper (1905, S. 18) gehört auch die Erysiphacee Phyllactinia corylea hierher. Die Fig. 29 Harpers (Taf. II) schaltet allerdings nicht alle Zweifel aus, ob nicht doch der Ascus durch Hakenbildung zustande kommt. Wie Claussen (1912, S. 26) hervorhebt, sind an Schnittpräparaten Täuschungen leicht möglich, »weil oft von Haken, die nicht in die Schnittebene fallen, besonders solchen, die senkrecht zur Schnittebene stehen, die Spitzen abgeschnitten werden«. Aus diesem Grunde bedarf wohl auch Peziza Stevensoniana Ellis, wo nach Harper (1895, S. 70) beide Modi der Ascusentstehung (aus der Hakenbogenzelle und aus der nicht eingekrümmten Endzelle) vorkommen sollen, einer nochmaligen Untersuchung.

Die Entwicklungsgeschichte der Pyrenomyceten ist noch zu unvollkommen bekannt, als daß sich über die Verbreitung der Hakenbildungen in dieser Gruppe ein Überblick gewinnen ließe. Vorkommen tut sie sicher, das beweisen die Bilder, die Brooks (1910) von Gnomonia erythrostoma gibt (Fig. 24 und 25 der Taf. 49). Auch Sordaria fimicola ist wohl hierher zu zählen (Faull, 1904), während Ruhlands (1900) Fig. 6 (Taf. I) dafür spricht, daß Diatrype disciformis nach dem Galactiniatypus Asci bildet. Unter den Plectascineen ist Monascus als sicher bekanntes Beispiel zu erwähnen (Schikorra, 1909), auch bei Aspergillus scheinen die ascogenen Fäden Haken zu bilden. Über Aspergillus herbariorum sagen Fraser und Chambers (1907, S. 419): »The ascus frequently arises from the penultimate cell of its parent hyphae, bot this does not appear to be invariably the case.« Dale (1909) gibt für Aspergillus repens Entstehung des Ascus aus der vorletzten Zelle (Hakenbogenzelle) der ascogenen Hyphen an (vgl. Fig. 23 auf Taf. III in Dales Arbeit).

Bei den Tuberaceen schließlich ist schon von de Bary, wie oben (S. 385) erwähnt wurde, die Hakenspitzenzelle gesehen

[1]) Vuillemin (1908, S. 97) ist der Meinung, daß die »Synkaryocyten« (Paarkernzellen) der Ascomyceten alle »virtuelle« Asci sind.

worden. Faull hat neuerdings (1905) die Ascusentwicklung bei einer anderen Tuberacee (Hydnobolites spec.) genauer untersucht und hier ebenfalls Hakenbildung beobachtet. Er gibt allerdings an (S. 82), daß der Ascus auch aus der letzten Zelle der ascogenen Hyphe, also ohne daß eine Hakenspitzenzelle abgegliedert wird, entstehen könne. Auch hier wird wohl erst die Nachuntersuchung feststellen müssen, ob nicht vielleicht die Hakenspitzenzelle im letzteren Falle übersehen worden ist.

Wie dem auch sei, das eine dürfen wir den bisherigen Untersuchungen wohl als Ergebnis entnehmen, daß der Ascus in der Mehrzahl der Fälle unter Vermittelung der Hakenbildung entsteht, daß aber bei einigen Formen diese Hakenbildung unterbleibt und der Ascus aus der zweikernigen Endzelle der ascogenen Hyphe hervorgeht.

Wir wenden uns jetzt der Verbreitung der Schnallen zu, und zwar soll die Diskussion zunächst auf die Hymenomyceten beschränkt bleiben. Ein schon mehrfach hervorgehobener quantitativer Unterschied zwischen Ascomyceten und Basidiomyceten ist der, daß die Paarkerngeneration bei ersteren durchgehends eine geringe, bei letzteren im allgemeinen eine sehr große Ausdehnung hat. Wenn daher bei den Ascomyceten Hakenbildungen auftreten, so ist es von vornherein gar nicht anders möglich, als daß diese zum mindesten in großer Nähe der Asci entstehen, die Einschaltung eines größeren Mycels ohne Hakenbildung vor Entstehung der Asci ist ausgeschlossen[1]. Immerhin wäre es denkbar, daß der Ascus selbst ohne Hakenbildung zustandekommt, während die ihm vorausgehenden Zellen der ascogenen Hyphe die charakteristischen Fusionen zeigen. Ein solcher Fall ist aber bis jetzt nicht bekannt geworden. Vielmehr erwecken die bisherigen Untersuchungen den Eindruck, daß die Haken eine gerade für die Ascusentstehung charakteristische Erscheinung sind. Ob die Fälle, in denen auch weiter basalwärts Haken vorkommen (Pyronema), häufig sind oder nicht, läßt sich vorläufig noch nicht übersehen, da eben kein anderer der höheren Ascomyceten in bezug auf diesen Punkt so genau untersucht ist wie Pyronema und man sein Hauptaugenmerk

[1]) Damit soll natürlich nicht die Möglichkeit bestritten werden, daß dies eventuell auf experimentellem Wege erzielt werden könnte.

vielfach nur auf die Enden der ascogenen Hyphen und die Ascusbildung gerichtet und die Beobachtung der basalen Partien vernachlässigt hat. Da aber aus Browns (1911) Untersuchung hervorgeht, daß bei Lachnea scutellata die ascogenen Hyphen unter Hakenbildung fortwachsen und sich verzweigen, so daß eine ziemlich ausgedehnte Paarkerngeneration entsteht, so wäre es wohl möglich, daß die Erscheinung eine weitere Verbreitung hat.

Bei der Ausdehnung, die das Schnallenmycel bei den Hymenomyceten erlangt hat, ist nun offenbar die enge Beziehung zwischen den den Hakenbildungen homologen Schnallen und den den Asci entsprechenden Basidien nicht immer erhalten geblieben. Es scheint wenigstens Formen zu geben, die typisches Schnallenmycel besitzen, bei denen sich aber die Schnallenbildung nicht bis zur Entstehung der Basidien erhält. Von einem bestimmten Entwicklungsstadium ab müßten dann Zellen mit Kernpaaren auftreten, die nicht durch Schnallen verbunden sind. Ich habe dieses Verhalten bei Coprinus nycthemerus beobachtet (Beitr. II, 1913). Die konjugierten Teilungen verlaufen hier vermutlich nach dem Typus, den Ruhland (1901) für Lepiota cepaestipes (Taf. VII, Fig. 8) und ich (Beitr. I, 1913, Taf. III, Fig. 22 und 23) für Hypochnus terrestris beschrieben haben[1]. Harper (1902) gibt von Hypochnus subtilis eine Reihe von Abbildungen (Taf. I, Fig. 2, 5, 7, 10), die an den Basidien selbst keine Schnallen erkennen lassen, dagegen sind im Mycel und in den subhymenialen Zellen (Fig. 3 und 4) welche vorhanden. Ob auch bei denjenigen Formen, deren gesamtes Fruchtkörpergewebe nachweislich frei von Schnallen ist, diese Bildungen vorübergehend im Entwicklungsgang auftreten, läßt sich bei unserer mangelhaften Kenntnis der Entwicklungsgeschichte dieser Pilze nicht sagen. Wenn von einigen Hymenomyceten angegeben wird, daß bei ihnen keine Schnallen vorkommen, so

[1]) Maire (1902, Taf. III, Fig. 26) bildet konjugierte Teilungen in einer Zelle von Fistulina hepatica ab, die von einer Schnalle begrenzt ist. Die Achsen der Kernteilungsfiguren laufen hier parallel der Längsachse der Zelle, keine von beiden endigt in der (fertig ausgebildeten) Schnalle. Mir ist ein solches Bild niemals zu Gesicht gekommen und ich möchte auch bezweifeln, ob Maires Bild wirklich Mitosen darstellt. Möglich wäre es allerdings, daß in Zellen, die im fertigen Zustand mehrere Kernpaare enthalten, solche Erscheinungen auftreten.

ist dabei immer zu berücksichtigen, daß sich das nur auf die untersuchten Entwicklungsstadien bezieht, die niemals eine völlig geschlossene Reihe bilden. Es scheint unter den Corticieen tatsächlich eine Anzahl solcher Formen zu geben (vgl. z. B. die

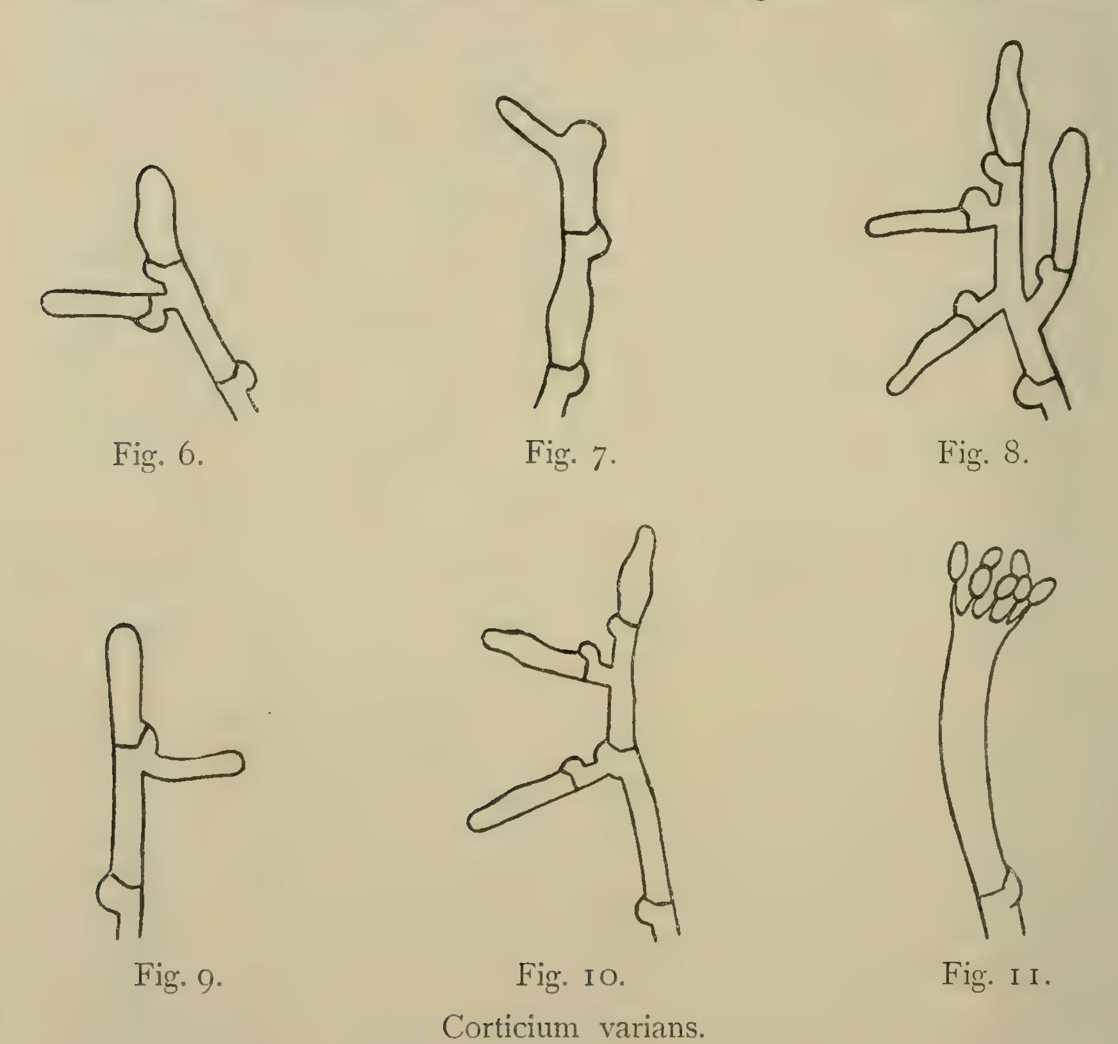


Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8.

Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11.

Corticium varians.

Fig. 6 bis 10. Junge Basidien bzw. Basidienstände. Vergr. 600.
Fig. 11. Ausgebildete Basidie mit 7 Sporen. Vergr. 750.

Bilder von Brefeld (1889, Taf. 1 und die Diagnosen von v. Höhnel und Litschauer 1906, 1907, 1908); wie es mit den Hutpilzen steht, entzieht sich vorläufig noch der Beurteilung.

Andererseits gibt es nun zweifellos viele Hymenomyceten, bei denen sich die Schnallen bis zur Bildung der Basidien erhalten. In solchen Fällen ist die Ähnlichkeit zwischen Basidien- und typischer Ascusbildung gar nicht zu verkennen. Ein Beispiel dafür ist Corticium varians. Die Textfig. 6 bis 11 stellen junge

Basidien des Pilzes dar und lassen überall die Schnallen klar erkennen. Auch der Verzweigungsmodus der Basidienstände ist deutlich zu sehen. Er entspricht im allgemeinen der Verzweigungsweise der Hyphen des vegetativen Schnallenmycels mit dem Unterschiede, daß die seitlich entstehenden Basidien häufiger aus Schnallen entspringen (Textfig. 9, 10) als im Schnallenmycel, wo der Taf. 2, Fig. 20, abgebildete Fall ziemlich selten ist. Diese Tatsache ist deshalb bemerkenswert, weil bei den Ascomyceten (Pyronema) dieser Verzweigungstypus, d. h. der Ursprung seitlicher Asci aus der mit der Stielzelle verschmolzenen Hakenspitzenzelle besonders häufig zu sein scheint (vgl. oben S. 381 und die zahlreichen Figuren in Claussens Arbeit [1912]). — Das von Lyman (1907) untersuchte Corticium alutaceum (Schrad.) Bres.[1] gehört demselben Typus an. Ich verweise auf Lymans Fig. 22, Taf. 19, aus der das Vorhandensein von Schnallen an der Basis der Basidien hervorgeht. Dort ist auch ersichtlich, daß aus diesen Schnallen Auszweigungen entstehen, die zu neuen Basidien heranwachsen.

Eine Durchsicht der umfangreichen Literatur über die Entwicklungsgeschichte der Basidien läßt die auffallende Tatsache erkennen, daß diese Arbeiten fast alle damit beginnen, nach Feststellung der Kernzahl in der abgegliederten Basidie das weitere Schicksal dieser Kerne, ihre Verschmelzung, Reduktionsteilung usw. zu verfolgen. Die Abbildungen beschränken sich meist darauf, nur einen Teil der Basidie (das Endstück) darzustellen; darüber wie die Basidie ihrer Basalzelle aufsitzt und wie letztere beschaffen ist, erfahren wir nur wenig. Ebenso verhält es sich mit der Abgliederung der Basidie. Es beruht das wohl zum Teil darauf, daß es an Mikrotomschnitten in der Tat nicht leicht ist, die Basidien bis zu ihrem Ursprung zu verfolgen. Sorgfältig hergestellte Quetschpräparate, eventuell unter Zuhilfenahme von Chloralhydrat und Jodjodkalium, führen hier viel besser zum Ziele.

Eine Untersuchung dieser Punkte scheint mir nun durchaus nicht belanglos zu sein. Ich bin überzeugt, daß es eine große Reihe von Hymenomyceten gibt, die sich hinsichtlich der

[1]) Nach der Beschreibung, die Lyman von dem Pilze gibt, scheint mir die Identität mit Corticium alutaceum (= C. radiosum Fr.) nicht ganz sicher zu sein.

Basidienbildung so wie Corticium varians und C. alutaceum verhalten. Einige Stichproben, die ich gemacht habe, lassen das annehmen. So besteht z. B. bei Hypholoma fasciculare das ge-

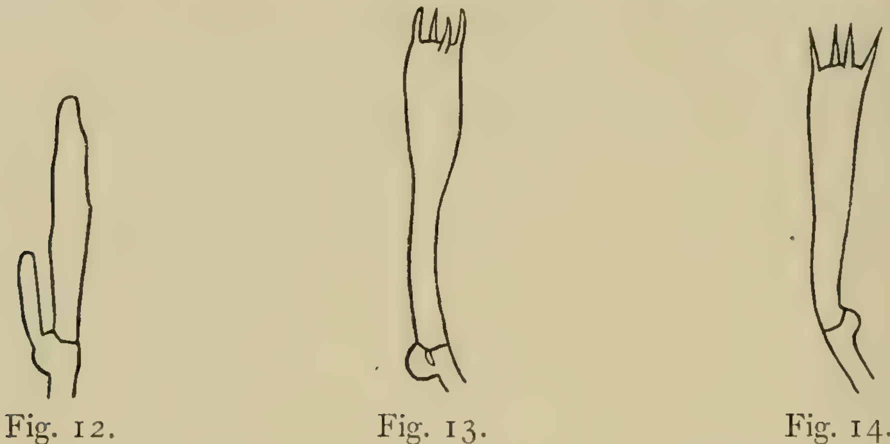


Fig. 12. Fig. 13.

Fig. 12 und 13. Basidien von Hypholoma fasciculare. Vergr. 62.

Fig. 14.

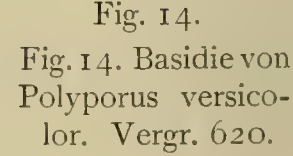


Fig. 14. Basidie von Polyporus versicolor. Vergr. 620.

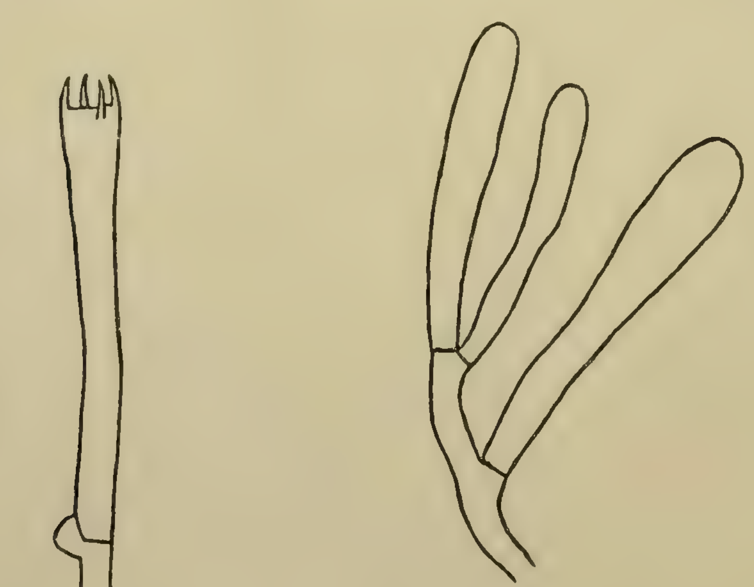


Fig. 15.

Fig. 15. Basidie von Clavaria pistillaris. Vergr. 300.

Fig. 16.

Fig. 16. Junger Basidienstand von Lactarius piperatus. Vergr. 600.

samte Gewebe des Hutes aus Zellen, die Schnallen besitzen, und auch die Basidien machen davon keine Ausnahme. Das beweisen Textfig. 12 und 13. Auch hier ist der Fall sehr häufig, daß seitenständige Basidien durch Aussprossung der Schnallen entstehen (Textfig. 12). Ganz ebenso verhalten sich Polyporus versicolor L.

(Textfig. 14), Trametes rubescens Fr., Clavaria pistillaris L. (Textfig. 15), Hydnum repandum L., Cantharellus cibarius Fr., Psalliota campestris L., während bei Lactarius piperatus Scop. (Textfig. 16), Tricholoma imbricatum Quel. und Amanitopsis vaginata Roze keine Schnallen gefunden wurden. Bei einem nicht näher bestimmten Agaricus, der in einer Kristallisierschale auf abgestorbenen Eichenblättern auftrat, und von welchem in Textfig. 17 bis 20 verschiedene Entwicklungsstadien der Basidien abgebildet

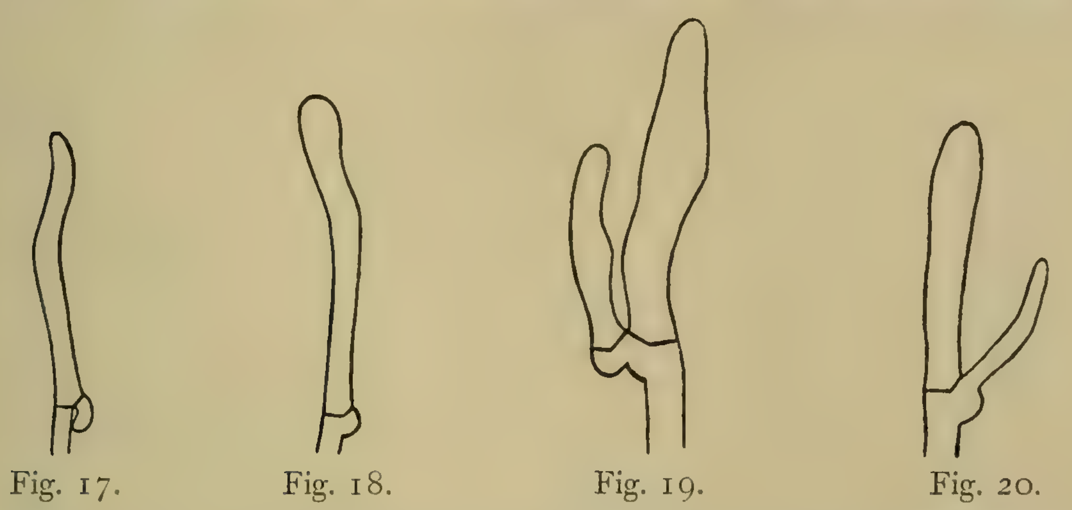


Fig. 17 bis 20. Agaricus spec. Basidien in verschiedenen Entwicklungsstadien. Fig. 17 und 19: Vergr. 750. Fig. 18 und 20: Vergr. 600.

sind, wurden auch im Mycel, aus dem die Fruchtkörper entstanden, Schnallen nachgewiesen. Es handelt sich also in diesen Fällen vermutlich um eine Kontinuität der Schnallenbildungen, die wahrscheinlich von ihrer ersten Entstehung ab bis zur Fruchtkörperbildung erhalten bleiben. Vielleicht gehören in diese Kategorie auch Nyctalis asterophora Fr. und Fistulina hepatica Schaeff., wo Brefeld (1889) in den Fruchtkörpern Schnallenhyphen beobachtet hat. Hierüber und über die sich anschließenden Fragen werden erst weitere Untersuchungen Aufklärung schaffen können. Soviel scheint aber heute schon sicher zu sein, daß die Entstehung der Basidien unter Vermittelung von Schnallen eine ziemlich verbreitete Erscheinung ist, und daß Maire Unrecht hat, wenn er sagt (1903, S. 770): »La formation de l'asque est donc ici[1] semblable à celle d'une baside.« Insofern wenigstens

[1]) Bei Galactinia succosa, wo keine Hakenbildung gefunden wurde, sondern die zweikernige Endzelle der ascogenen Hyphe direkt zum Ascus wird (vgl. oben S. 386).

ist das nicht zutreffend, als Maire von der Voraussetzung ausgeht, die Basidien entständen ganz allgemein so, wie es oben, für Lactarius piperatus, Tricholoma imbricatum und Amanitopsis vaginata angegeben wurde. Wir haben vielmehr bei den Hymenomyceten zwei Entstehungsweisen der Basidienbildung zu unterscheiden, die mit Schnallenbildung, die der Ascusentstehung mit Hakenbildung homolog ist, und die ohne solche, die der nach dem Galactiniatypus erfolgenden Ascusentstehung entspricht. Es ist von vornherein nicht ausgeschlossen, daß beide Modi bei einer Species, bzw. verschiedenen Rassen derselben, verwirklicht sein können. Bei Coprinus nycthemerus habe ich ja seinerzeit (1913) eine Fruchtträger bildende Kultur beobachtet, in der keine Schnallen auftraten, ein Umstand, der neben anderen damals der Grund war, daß ich die Bedeutung der Schnallenbildungen und ihrer Beziehung zur konjugierten Teilung der Kernpaare nicht richtig eingeschätzt habe.

Über die Verbreitung der Schnallen bei den Hymenomyceten können, wie erwähnt, nur ausgedehnte Kulturversuche entscheiden. Da von vielen Formen die Sporenkeimung noch nicht gelungen ist, so ist es zurzeit nicht möglich, eine Übersicht zu geben. Brefeld (1889) führt einige Formen an, bei denen er in der Kultur keine Schnallenbildungen beobachtet hat (Tomentellaarten, Pachysterigma fugax und violaceum, Stereumarten, Irpex obliquus, I. paradoxus, Coprinus ephemerus, Lentinus lepideus, Polyporusarten, Heterobasidion annosum), bei der Mehrzahl der untersuchten Arten traten die Bildungen dagegen auf (Pachysterigma rutilans, Corticiumarten, Kneiffia setigera, Grandinia crustosa und mucida, Phlebia (4 Arten), Panaeolus campanulatus, Stropharia semiglobata, Psilocybe spadicea, Psathyra spadiceogrisea und conopilea, Pholiota marginata, mutabilis und squamosa, Galera conferta, Claudopus variabilis, Tricholoma sordidum, Clitocybe metachroa, Mycena (4 Arten), Pleurotus ostreatus, Collybia maculata, Camarophyllus virgineus, Coprinus stercorarius, lagopus und ephemeroides, Marasmius epiphyllus und languidus, Panus stypticus, Schizophyllum lobatum, Lenzites heteromorpha und abietina, Nyctalis asterophora und parasitica, Solenia poriaeformis, Merulius (4 Arten), Daedalea unicolor und quercina, Trametes serialis, viele Polyporusarten, Fistulina he-

patica). Daraus darf wohl geschlossen werden, daß die Arten, bei denen Schnallen vorkommen, vorwiegen, wenn auch erst ein relativ kleiner Teil bisher untersucht ist. Im allgemeinen wurden die Schnallen da vermißt, wo die jungen, aus Sporen gezüchteten Mycelien reichlich Oidien oder Konidien bildeten. Diese Nebenfruktifikationen scheinen also vielfach für das aus einkernigen Zellen bestehende Mycel charakteristisch zu sein[1]. Wenn in den in die Luft ragenden Hyphen Schnallen auftraten, pflegte die Oidienbildung aufzuhören.

Wenn wir die Hymenomyceten von Ascomyceten ableiten, deren ascogene Hyphen die charakteristischen Hakenbildungen besitzen, so würde das Ausbleiben der Schnallenbildung als eine sekundäre Erscheinung auzufassen sein.

Auf phylogenetische Spekulationen über die Verwandtschaft der übrigen Basidiomyceten mit den Hymenomyceten einerseits und mit den Ascomyceten will ich mich hier noch nicht einlassen. Nebenbei mag nur erwähnt sein, daß Brefeld (1888, 1889) bei den Tremellineen, Auricularieen (außer Pilacre!) und Dacryomyceten keine Schnallen fand, sie dagegen bei Nidularieen feststellte.

Zusammfassung.

Die Zellen des Schnallenmycels der Hymenomyceten enthalten Paare sich konjugiert teilender Kerne. Die jungen Schnallen entstehen etwa in der Mitte zwischen den in einiger Entfernung voneinander liegenden beiden Kernen der Endzelle als kleine seitliche Ausstülpungen. Der apikal gelegene Kern wandert vor der Teilung zum Teil in die Schnalle ein. Die Phasen der Teilung verlaufen bei beiden Kernen völlig synchron. Von den vier entstehenden Tochterkernen kommen zwei in das spitzenwärts von der Schnallenanlage liegende Zellende, einer in das basalwärts liegende und einer in die Schnalle selbst zu liegen. Spitzenende und Basalteil der Zelle werden durch eine direkt unterhalb des Schnallenursprungs liegende Querwand voneinander getrennt. Ebenso wird die Schnalle durch eine schräg ver-

[1]) Für Coprinus ist bekanntlich nachgewiesen, daß die Stäbchenkonidien, die bei verschiedenen Arten im jungen Mycel auftreten, einkernig sind.

laufende Wand von dem Spitzenteil (Endzelle der Hyphe) abgegliedert. Nachdem die Schnalle mit der Basalzelle verschmolzen ist, wandert ihr Kern in diese über. Er ist hier noch einige Zeit nach dem Übertritt an seiner geringen Größe zu erkennen und wächst langsam zur Größe des anderen Kernes heran.

Die Schnallenbildungen sind den Hakenbildungen in den ascogenen Hyphen der Ascomyceten homolog.

Würzburg, Botanisches Institut. April 1915.

Zitierte Literatur.

de Bary, A. (1863), Über die Fruchtentwicklung der Ascomyceten. Leipzig.

— (1884), Vergl. Morphologie und Biologie der Pilze. Leipzig.

Brefeld, O. (1877), Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze. III. Heft: Basidiomyceten I. Leipzig.

— (1888), Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mykologie. VII. Heft. Basidiomyceten II. Leipzig.

— (1889), dasselbe. VIII. Heft. Basidiomyceten III.

Brooks, F. T. (1900), The development of Gnomonia erythrostoma. Ann. of Bot. **24,** 285.

Brown, W. H. (1911), The development of the Ascocarp of Leotia scutellata. Bot. Gazette. **52,** 275.

Claussen, P. (1907), Zur Kenntnis der Kernverhältnisse von Pyronema confluens. Ber. d. d. bot. Ges. **25,** 586.

— (1912), Zur Entwicklungsgeschichte d. Ascomyceten. Pyronema confluens. Zeitschr. f. Bot. **4,** 1.

Dale, El. (1909), On the Morphology and Cytology of Aspergillus repens de By. Ann. Mycologici. **7,** 215.

Faull, J. H. (1905), Development of ascus and spore formation in Ascomycetes. Proc. of the Boston Soc. of Nat. Hist. **32,** No. 4, 77.

Fraser, H. C. J., and Chambers, H. S. (1907), The Morphology of Aspergillus herbariorum. Ann. Mycologici. **5,** 419.

Guilliermond, A. (1904a), Contrib. à l'étude de la formation des asques et de l'épiplasma des Ascomycètes. Rev. gén. de Bot. **16,** 49.

— (1904b), Recherches sur la Karyokinèse chez les Ascomycètes. Ebenda, 130.

— (1905), Remarques sur les Karyokinèses des Ascomycètes. Ann. Mycologici. **3,** 343.

Harper, R. (1895), Zur Kenntnis der Kernteilung und Sporenbildung im Ascus. Ber. d. d. bot. Ges. **13,** (67).

— (1900), Sexual Reproduction in Pyronema confluens and the Morphology of the Ascocarp. Ann. of Bot. **14,** 321.

— (1902), Binucleate cells in certain Hymenomycetes. Bot. Gazette. **33,** 1.

Harper, R. (1905), Sexual Reproduction and the organisation of Nucleus in certain Mildews. Publ. Carnegee Inst. of Washington. Sept. 1915.
Höhnel, F. v., und Litschauer, V. (1906), Beiträge zur Kenntnis der Corticieen I. Sitzgsber. d. math.-nat. Kl. d. Wiener Akad. d. Wiss. **115**, Abt. 1, S. 1549.
— (1907), Dasselbe II. Ebenda. **116**, Abt. 1, S. 739.
— (1908), Dasselbe III. Ebenda. **117**, Abt. 1, S. 1081.
Kniep, H. (1913), Beitr. z. Kenntnis der Hymenomyceten. I—II. Zeitschr. f. Bot. **5**, 593.
Levine, M. (1913), Studies in the Cytology of the Hymenomycetes, esp. the Boleti. Bull. Torrey bot. club. **40**, 137.
Lyman, G. R. (1907), Culture studies on Polymorphism of Hymenomycetes. Proc. of the Boston Soc. of Nat. Hist. **33**, No. 4, 125.
Maire, R. (1902), Recherches cytologiques et taxonomiques sur les Basidiomycètes. Thèse. Paris.
— (1903), Recherches cytologiques sur le Galactinia succosa. Compt. rend. de l'Acad. d. Scienc. Paris. **137**, 769.
— (1905), Rech. cytolog. sur quelques Ascomycètes. Ann. Mycologici. **3**, 123.
Nichols, S. P. (1904), The nature and origin of the binucleated cells in some Basidiomycetes. Transact. of the Wisconsin Acad. of Sciences. **15**, 30.
Nienburg (1907), Beiträge zur Entwicklungsgeschichte einiger Flechtenapothecien. Flora. **98**, 1.
— (1914), Zur Entwicklungsgeschichte von Polystigma rubrum. Zeitschr. f. Bot. **6**, 369.
Ruhland, W. (1900), Unters. zu einer Morphologie der stromabildenden Sphaeriales. Hedwigia. **39**, 1.
Ruhland, W. (1901), Zur Kenntnis der intrazellularen Karyogamie bei den Basidiomyceten. Bot. Ztg. **59**, 187.
Sands, M. C. (1904), Nuclear structure and Spore formation in Microsphaera alni. Transact. of the Wisconsin Acad. of Scienc. **15**, 735.
Schikorra, W. (1909), Über die Entwicklungsgeschichte von Monascus. Zeitschr. f. Bot. **1**, 379.
Vuillemin, P. (1908), Les bases actuelles de la systématique en mycologie. Progr. rei botanicae. **2**, 1.

Figurenerklärung.

Tafel 2.

Vergrößerungen:

Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22: 750 (Zeiß Apochr. 2 mm num. Apert. 1,3, Komp. Ok. 6).
Fig. 6, 10: 1000 (Zeiß Apochr. 2 mm num. Apert. 1,3, Komp. Ok. 8).
Fig. 7, 13, 18: 1500 (Zeiß Apochr. 2 mm num. Apert. 1,3, Komp. Ok. 12).

Sämtliche Figuren wurden mit Abbes Zeichenapparat gezeichnet.

1. Corticium varians. Endzelle einer Hyphe des Schnallenmycels mit erster Anlage einer Schnalle (s) zwischen den beiden Kernen.
2. Corticium varians. Seitenzweig einer Hyphe des Schnallenmycels mit Anlage einer Schnalle (s).
3. Corticium varians. Schnallenanlage, in welche der eine Kern zum Teil eingewandert ist.
4. Corticium varians. Die beiden Kerne in der Prophase der konjugierten Teilung.
5. Corticium varians. Seitenzweig im Schnallenmycel. Prophase der konjugierten Teilung etwas weiter fortgeschritten.
6. Corticium varians. Dasselbe wie Fig. 5.
7. Corticium serum. Schnallenanlage in der Endzelle einer Hyphe. Beginn der Spindelbildung.
8. Corticium serum. Die beiden Kernspindeln. Bei n die Nukleolen der in Teilung befindlichen Kerne.
9. Corticium serum. Etwas weiter fortgeschrittenes Stadium. n Nukleolen.
10. Corticium serum. Dasselbe wie Fig. 9.
11. Corticium serum. Telophase der konjugierten Teilung. Spindelfasern nur noch undeutlich. n Nukleolen.
12. Corticium varians. Telophase etwas weiter fortgeschritten. Nukleolen nicht mehr vorhanden. s Schnalle in Aufsicht.
13. Corticium serum. Mitose in einer Endzelle des schnallenfreien, aus einkernigen Zellen bestehenden Mycels. Nucleolus in Zerfall.

14—16. Corticium varians. Die vier Tochterkerne sind ausgebildet; zwei liegen in der Endzelle, einer in der Schnalle, einer in der Basalzelle (Fig. 14 und 16). Zwischen End- und Basalzelle hat sich eine Querwand gebildet; auch die Schnalle ist durch eine (weniger deutliche) Wand von der Endzelle abgetrennt.

17. Corticium varians. Dasselbe Bild; kernhaltige Schnalle am Ende und an einem jungen Seitenast einer Hyphe.
18. Corticium serum. Die Schnalle ist mit der Basalzelle verschmolzen, der Kern im Begriff überzuwandern.
19. Corticium serum. Folgendes Stadium: der Kern ist soeben übergewandert.
20. Corticium varians. Ursprung eines Seitenasts aus der Schnalle (bei m). Die Schnalle des Seitenasts ist mit der Basalzelle noch nicht in offene Verbindung getreten, der Kern folglich noch nicht übergewandert; daher die Basalzelle einkernig. Die in der Richtung des Pfeils anschließende Zelle ist die Endzelle der Hyphe. Der Kern a, der erst vor kurzem aus der Schnalle übergetreten ist, ist noch deutlich kleiner als der neben ihm liegende.
21. Polyporus destructor. Ende einer Hyphe des Schnallenmycels. In jeder Zelle ein Kernpaar.
22. Polyporus destructor. Junger Seitenzweig einer Hyphe des Schnallenmycels, der aus einer Schnalle durch Ausstülpung entstanden ist. Die in der Richtung der Pfeile sich verlängernden Zellen enthalten je ein Kernpaar.

Besprechungen.

Heilbronn, A., Zustand des Plasmas und Reizbarkeit. Ein Beitrag zur Physiologie der lebenden Substanz.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1914. **54,** 357—390.

Verf. macht in der vorliegenden Arbeit mit einer neuen, wertvollen Methode zur Bestimmung des Aggregatzustands des Protoplasmas bekannt. Als Reagens hierfür dient ihm die Fallgeschwindigkeit der Stärkekörner. Versuchsobjekte waren Vicia Faba (Stärkescheide) und Avenakoleoptile. Die die zu untersuchende Gewebepartie enthaltenden Präparate wurden an einem vertikal gestellten, drehbaren Objekttisch des horizontal umgeklappten Mikroskops befestigt. Nach Drehung des Objekttischs um 180^0 konnte dann die Fallbewegung der Stärkekörner beobachtet und der pro Zeiteinheit zurückgelegte Weg (»relative Fallgeschwindigkeit«) bestimmt werden. Sie betrug für Vicia Faba im ruhenden (nicht strömenden) Endoplasma durchschnittlich 0,072 $\frac{\mu}{\text{Sek.}}$. Die Beobachtung ist nicht sofort möglich, da die Präparationsmethode einen Wundchock verursacht, durch den die Viskosität des Plasmas vorübergehend (10 bis 15 Min.) gesteigert wird. Nach einiger Zeit tritt Plasmaströmung auf, die $2^1/_2$ bis 3 Stunden anhält. Nach dieser Zeit starben die Präparate gewöhnlich ab. Die Stärke dieser Plasmaströmung läßt sich direkt einigermaßen durch die Bestimmung der Bewegungsgeschwindigkeit kleinster, im Plasma eingebetteter Körnchen messen. Indirekt läßt sie sich feststellen durch Messung der Fallgeschwindigkeit der Stärkekörner in und entgegen der Strömungsrichtung. Man erhält dadurch zwei Gleichungen mit zwei Unbekannten, die sich leicht auflösen lassen. Die direkt und indirekt gefundenen Werte stimmen hinreichend überein.

Um die Viskosität des ruhenden Plasmas zahlenmäßig festzustellen, ging der Verf. von der Messung der Fallgeschwindigkeit der Stärkekörner in Wasser aus, dessen Viskosität = 1 gesetzt wird. Er nimmt (wohl mit Recht) an, daß die Reibungswiderstände, die fallenden Stärke-

körnern entgegenstehen, direkt proportional der Viskosität des Mediums sind, in dem letztere sich bewegen. Die Fallgeschwindigkeiten müssen im umgekehrten Verhältnis wie die Reibungswiderstände, also auch wie die Viskositäten zweier Flüssigkeiten zu- resp. abnehmen. Aus dem Verhältnis der Fallgeschwindigkeiten in Wasser und in ruhendem Plasma läßt sich also dessen Viskosität berechnen. Es ergab sich der Wert 23,7 (Wasser = 1 gesetzt).

In einem zweiten Teil der Arbeit untersucht der Verf. die Frage, welche Beziehungen zwischen Reizbarkeit und Plasmastarre, d. h. Viskositätserhöhung bis zu dem Grade, daß keine Bewegung der Stärkekörner mehr stattfindet, bestehen. Wird durch Aufenthalt in höheren Temperaturen vorübergehend Plasmastarre erzielt, so zeigt sich bei horizontal gestellten Avenakeimlingen eine Verzögerung der geotropischen Reaktion, die erst eintritt, nachdem die Viskosität so weit wieder abgenommen hat, daß Verlagerung der Stärkekörner möglich ist. Auch durch Äthernarkose ließen sich vorübergehende Starrezustände erreichen; auch hier erfolgte geotropische Krümmung erst, wenn Statolithenverlagerung stattgefunden hatte. »Diese Beobachtung spricht«, so sagt der Verf., »wie der Unbefangene zugeben muß, sehr zugunsten von Haberlandts Auffassung. Sie ist nicht beweisend, weil man sagen kann, das starre Plasma sei an sich nicht fähig, Reize zu perzipieren. Da aber, worauf ich noch später einmal zurückkommen will, gerade die geotropische Empfindlichkeit stärker geschädigt wird als die heliotropische, so ist es schon möglich, daß die direkte vorübergehende Ausschaltung des »geotropischen Sinnesorganes« dafür verantwortlich zu machen wäre.« Merkwürdigerweise wird nun S. 388 der Arbeit mitgeteilt, daß gerade die heliotropische Empfindlichkeit viel stärker und dauernder durch Narkose herabgedrückt wird als die geotropische.

Interesse verdienen die Beobachtungen über lokale Narkotisierung der Koleoptilspitze und der basalen Region. Es scheint daraus hervorzugehen, daß außer der Perzeptionsfähigkeit auch die Reaktionsfähigkeit durch Narkose gehemmt wird. Ein Versuch, der protokollarisch leider nicht mitgeteilt wird, legt die Annahme nahe, daß eine einmal induzierte Erregung in der Narkose nicht oder wenigstens nur relativ langsam abklingt. Wurden Keimlinge von Avena in der geotropischen Reizlage 30 Minuten an den Koleoptilspitzen narkotisiert und dann am Klinostaten rotiert, so traten schwache Nachkrümmungen (der Spitze?) ein. Diese blieben aus, wenn die Keimlinge zuerst 10 Minuten in aufrechter, dann 20 Minuten in der Reizlage narkotisiert waren und ebenso weiter behandelt wurden. Es ist danach möglich, daß im ersteren Falle im Anfangsstadium der Narkose, während diese noch

nicht sehr tief ist, eine geotropische Erregung stattfindet, die während der folgenden, tieferen Narkose nicht ausklingt.

Im ganzen betrachtet, eröffnet die Arbeit für weitere reizphysiologische Untersuchungen manche neuen Perspektiven. H. Kniep.

Arisz, W. H., Onderzoekingen over Fototropie.

Proefschrift. Utrecht 1914. 8°. 182 S. 1 Taf.

Verf. hat seine Versuche über Phototropismus mit Keimlingen von Avena sativa ausgeführt. Wegen der Aufzucht des Materials, der Versuchsanordnung usw. sei auf das Original verwiesen.

Verf. bringt im 1. Teil seiner Arbeit Erfahrungen über den genauen Verlauf einer Krümmung, die nach einseitiger Belichtung erfolgt, über den Einfluß der Schwerkraft auf die Krümmung, über Reaktionszeit, über die Abhängigkeit der Krümmungsstärke von der Reizmenge, z. T. bekannte, aber hier gründlich ausgeführte Dinge. Es folgt eine Reihe von Versuchen, bei welchen die Intensität und die Dauer der Belichtung innerhalb weiter Grenzen variiert wurden. Auf Grund dieser Versuche konnte Verf. folgendes feststellen: Bei einer bestimmten Lichtmenge, die einseitig zugeführt wird, reagieren die Keimlinge positiv; bei Steigerung des Reizes tritt eine schwächere positive Krümmung auf, gefolgt von einer negativen. Da die Keimlinge nach der Reizung auf dem Harreveldschen Klinostaten rotiert wurden, so ist das Zurückgehen der positiven und das Auftreten einer entgegengesetzten, also negativen Krümmung nicht der Einwirkung der Schwerkraft zuzuschreiben. Die positive Krümmung wird bei weiterer Zunahme des Reizes immer schwächer, bis sie bei etwa 4000 M.-K.-S. ganz aufhört, um einer rein negativen Platz zu machen. Diese negative Krümmung unterscheidet sich in nichts von einer positiven als in der Richtung. Es folgt dann wieder eine Abnahme der negativen und, ohne Auftreten eines Indifferenzstadiums, ein erneutes Anwachsen der positiven Reaktion. Für die negative Reaktion fand Verf. die Gültigkeit des Reizmengengesetzes; und zwar ist die nötige Reizmenge etwa 4000 M.-K.-S. Diese Angaben beziehen sich auf Intensitäten von 100 M.-K. an aufwärts. Bei schwächeren Lichtstärken (5,5 und 12 M.-K.) tritt stets eine positive Krümmung auf; dieser folgt bei ungefähr 4000 M.-K.-S. eine negative. Bei noch kleineren Intensitäten (1,4 M.-K.) konnte Verf. gar keine negativen Krümmungen feststellen.

Diese Ergebnisse stehen in Widerspruch mit den Angaben von Clark (Über negativen Phototropismus bei Avena sativa. Zeitschr. f.

Bot. **5**, 1913), der auch bei kleinen Intensitäten (0,3 bis 0,55 bis 1,25) das Auftreten von negativen Krümmungen festgestellt hat. Auch ist nach ihm das Reizmengengesetz für negative Krümmungen bei diesen Intensitäten ungültig: er fand für Lichtstärken von 0,3 bis 5,0 M.-K. eine Lichtmenge von 500 bis 900 M.-K.-S., für 16 bis 2500 M.-K. dagegen 2000 bis 2500 M.-K.-S. Für Intensitäten von 16 bis 2500 M.-K. wäre also das Gesetz auch nach Clark gültig. Daß der von ihm gefundene Wert (2500 M.-K.-S.) von dem des Verfs. (4000 M.-K.-S.) abweicht, ließe sich durch den Gebrauch verschiedener Lampen erklären. Auch der Verf. hat bei einer Versuchsreihe mit einer andern Lichtquelle ungefähr 2000 M.-K.-S. gefunden. Die abweichenden Befunde Clarks in bezug auf das Auftreten der negativen Krümmungen bei schwachen Intensitäten erklärt sich Verf. dadurch, daß Clark keinen Klinostaten bei seinen Experimenten verwandt hat; daß also die Schwerkraft in hohem Maße bei der Rückkrümmung mitwirkte und während der Dauer der positiven, phototropischen Krümmung eine entgegengesetzte negative, geotropische induzierte, die Clark als durch die Belichtung hervorgerufen ansieht. Herr Prof. Jost war so freundlich, der Ref. die Protokolle Clarks zur Verfügung zu stellen. Bei der Durchsicht ergab sich, daß die Kurven in der Arbeit Clarks (S. 743) nicht die Reaktionen der Keimlinge nach einer bestimmten Zeit darstellen. Bei den Intensitäten 0,3 bis 5,0 M.-K. ging der negativen stets eine positive Krümmung voran, die aber nicht in die Kurve mit aufgenommen wurde. Hätte Clark z. B. die Reaktionen nach 1 Stunde eingetragen, so hätten seine Kurven den Resultaten des Verfs. entsprochen. Der einzige Unterschied wäre der, daß innerhalb eines bestimmten Beleuchtungsgebiets, auch bei diesen kleinen Intensitäten auf die positive Krümmung eine negative folgt. Daß diese negativen Krümmungen lediglich als geotropische zu betrachten sind, wie Verf. meint, schien der Ref. nicht gut annehmbar. Eigens dazu angestellte Versuche ergaben auch die Unzulänglichkeit dieser Erklärung. Allerdings müssen die Resultate auf dem Klinostaten und bei ruhiger Vertikalstellung bis zu einem gewissen Grade verschieden ausfallen. Man muß bedenken, daß auf dem Klinostaten die positive Krümmung zeitlich länger andauert; infolgedessen greift der Vorgang tiefer in den Organismus ein und kann teilweise fixiert werden, wodurch die Gegenwirkung, die zur negativen Krümmung führt, gehemmt werden kann. Dies ist bei ruhiger Vertikalstellung nicht der Fall; hier wird vielmehr die negative Gegenwirkung durch die Schwerkraft unterstützt. Jedoch scheint Ref. dieser Faktor von untergeordneter Bedeutung, jedenfalls nicht stark genug, um die in

Rede stehenden negativen Krümmungen hervorzurufen. Diese negativen Krümmungen müßten ja sonst nach allen positiven erscheinen. Dies ist aber nicht der Fall. Nur innerhalb eines ganz bestimmten Beleuchtungsgebiets treten sie auf und nehmen an Stärke zu, während die vorangehenden positiven schwächer werden. Während bei 1,25 und 5 M.-K. auch bei den Versuchen der Ref. stets zuerst eine positive Reaktion eintrat, konnten bei 16 M.-K. reine negative Krümmungen auftreten. Dabei spielt aber die Länge der Keimlinge eine große Rolle; lange Keimlinge zeigen auch bei 16 M.-K. stets eine positive Krümmung, die allerdings bei gewissen Lichtmengen die Stärke der darauffolgenden negativen nicht erreicht. Es besteht also in bezug auf die Reaktionsweise der Keimlinge kein prinzipieller Unterschied zwischen schwachen und starken Intensitäten: Bei allen Lichtstärken zeigen sich zwei Maxima der positiven Reaktion, getrennt durch ein Maximum der negativen. Die Lage dieser drei Maxima hängt von der Intensität der Belichtung ab.

Im Einklang mit Clark fand Verf., daß das Reizmengengesetz für die »zweite« positive Krümmung nicht gültig ist. Die beiden Autoren differieren in ihren Angaben über den zeitlichen Eintritt der Krümmung. Clark fand 1 Stunde für die erste positive, 2 bis $2^1/_2$ Stunden für die negative und $1^1/_4$ Stunde für die »zweite« positive Reaktion. Verf. gibt an, daß die Reaktionszeiten verschieden sind, sowohl bei der positiven als bei der negativen Krümmung, und zwar hängen sie von der Stärke der betreffenden Reaktion ab. Diese Angaben kann Ref. bestätigen. Clarks Reaktionszeit von 2 bis $2^1/_2$ Stunden bezieht sich, wie aus seinen Protokollen hervorgeht, auf negative Reaktionen, denen eine positive vorausging.

Interessant ist, daß nach Verf. bei einer weiteren Belichtung die »zweite« positive Krümmung abnimmt, so daß z. B. bei 4600 M.-K. Intensität, die Reaktion nach 16 Sek. Belichtung stärker ist als nach 15 Min.

Während bei den bisher erwähnten Versuchen die Keimlinge ganz belichtet wurden, untersuchte Verf. weiterhin den Einfluß der Belichtung auf die Basis allein. Die Spitze des Keimlings wurde mit 4 bis 5 mm langen Käppchen aus Staniol bedeckt. Im Gegensatz zu den Angaben von van der Wolk und Wilschke fand Verf., daß eine positive Krümmung der Basis schon bei 100 M.-K.-S. eintritt und nicht erst bei 20000 M.-K.-S. Wie bei der Reizung der Spitze nimmt auch in der Basis bei weiterer Belichtung die Stärke der positiven Krümmung ab. Ob eine negative Reaktion folgt, konnte Verf. nicht feststellen, wohl aber eine »zweite« positive bei weiterer Steigerung der

Lichtmenge. Die von den früheren Autoren angegebenen Zahlen beziehen sich auf diese »zweite« positive Krümmung. Wie Guttenberg kommt Verf. zu dem Schluß, daß eine Vorbelichtung der Basis die Empfindlichkeit der Spitze nicht ändert. Die Annahme Guttenbergs aber, daß eine Reizleitung von der Basis zur Spitze stattfindet, wird durch die Versuche des Verf. nicht bestätigt.

2. Teil: Um den Einfluß einer allseitigen Vor- und Nachbelichtung zu prüfen, untersuchte Verf. zuerst die Wirkung zweier Reize, auf antagonistische Flanken ausgeübt. Sind die Reize verschieden stark, so tritt die Reaktion im Sinne der stärker belichteten Flanke ein. Werden beide Reize nicht gleichzeitig, sondern nacheinander ausgeübt, so hängt die Reaktion nicht nur von der Reizstärke ab, sondern auch von der Zeit, die zwischen beiden Reizimpulsen liegt. Die Reaktionen auf beide Reize sind in hohem Maße voneinander unabhängig, weshalb Verf. in der zweiseitigen Belichtung eine Kombination von zwei einseitigen sieht. Damit fällt die Annahme, daß bei gleichzeitiger zweiseitiger Belichtung nur die Differenz beider Lichtmengen als wirkender Faktor in Betracht komme.

Werden die Keimlinge nach oder vor der zweiseitigen Belichtung außerdem einseitig belichtet, so läßt sich auch hier die eintretende Reaktion durch die Annahme erklären, daß der einseitige Reiz nur eine Fortsetzung der schon erfolgten Reizung ist.

Verf. führt dann seine Versuche mit allseitiger Belichtung an. Er findet, wie frühere Forscher, daß durch die allseitige Vor- und Nachbelichtung die Reaktion auf einen einseitigen Reiz geändert wird. Er ist jedoch der Ansicht, daß es sich dabei nur um ein Scheinproblem handelt. Da zwischen der zweiseitigen und der allseitigen Belichtung kein prinzipieller Unterschied besteht, so müssen die Resultate beider Versuchsarten vergleichbar sein. Bei allseitiger Belichtung ist die Reizzufuhr nur verwickelter und es läßt sich nicht genau bestimmen, welche Reizmenge einer jeden Kante zugeführt wird. Verf. fand, daß eine allseitige Belichtung von 10 Sek. mit 5,5 M.-K. ungefähr einer zweiseitigen von je 5 Sek. mit 2,75 M.-K. entspricht. In beiden Fällen wird, nach einseitiger Reizung, die Reaktion durch diejenige Kante bestimmt, die ein Plus von Reiz empfangen hat. Den Angaben Pringsheims entsprechend fand auch Verf. ein verspätetes Auftreten der positiven Krümmung. Es ist aber nicht nötig anzunehmen, daß deshalb die Empfindlichkeit oder die »Stimmung« der Pflanze eine andere geworden sei. Das spätere Auftreten der positiven Reaktion wird verständlich, wenn man bedenkt, daß die auftretende Krümmung durch die erfolgten Reize der übrigen Kanten teilweise gehemmt wird.

Das Auftreten einer negativen und »zweiten« positiven Reaktion bei längerer allseitiger Vorbelichtung bietet keine Erklärungsschwierigkeiten. Was Clarks Angaben über das frühe Auftreten negativer Krümmungen bei allseitiger Vorbelichtung betrifft, glaubt Verf., daß auch in diesem Fall Clark nur die negativen, nicht aber die vorhergehenden positiven Krümmungen angibt.

Auch die Erfolge bei allseitiger Nachbelichtung lassen sich an die Ergebnisse bei zweiseitiger Nachbelichtung anschließen. Doch betont Verf., daß der Willkür des Beobachters ein großer Spielraum gelassen ist, eine Krümmung positiv oder negativ im Sinne der einen oder andern Flanke zu bezeichnen. Wenn man dies beachtet, so lassen sich Clarks Befunde wie die des Verfs. deuten.

Die oben erwähnte Erfahrung, daß eine allseitige Belichtung einer allseitigen Reizung entspricht, gaben dem Verf. ein Mittel zur Hand, das Abklingen eines Lichtreizes näher zu untersuchen. Fügt man zwischen die allseitige und einseitige Reizung Pausen von verschiedener Länge ein, so kann man finden, wie lange der Reizzustand anhält, den die allseitige Belichtung erzeugt hat. Bei derartigen Versuchen hat sich ergeben, daß nach einstündiger Pause der frühere Zustand wieder hergestellt, der Reiz also ausgeklungen ist.

In einem dritten Teil bringt Verf. Betrachtungen theoretischer Art betreffend den Reizprozeß, das Ausklingen, die Stimmung, die Reizschwelle u. a. m. Wegen dieser beachtenswerten Ausführungen sei auf das Original verwiesen. M. M. Riß.

Rifs, M. M., Über den Einfluß allseitig und in der Längsrichtung wirkender Schwerkraft auf Wurzeln.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1914. **53**, 157—209.

Die aus dem Straßburger Institut hervorgegangene Arbeit beschäftigt sich mit zwei Fragen, die für die Theorie des Geotropismus von der größten Bedeutung sind, mit der Frage nach einer tonischen Wirkung der Schwerkraft und mit dem Problem der Reizwirkung einer Massenbeschleunigung, die in der Längsrichtung eines parallelotropen Organs angreift.

Eine Veränderung der geotropischen Stimmungshöhe unter dem Einfluß der quer angreifenden Schwerkraft oder einer ebenso gerichteten Schleuderkraft hat sich nicht finden lassen. Dieses Fehlen einer tonischen Wirkung geht am klarsten hervor aus Versuchen, in denen Wurzeln (von Lupinus albus) in horizontaler Lage durch die Erdschwere einseitig und zu gleicher Zeit durch Rotation mit Schleuderkräften von

2 bis 19 g allseitig gereizt werden. Der Apparat, mit dem das erreicht wird, ist so knapp beschrieben, daß er nur durch über den Text hinausgehende Annahmen technisch verständlich wird. Die in der angedeuteten Weise rotierten Wurzeln zeigen dieselbe Reaktionszeit und dieselbe Stärke der Krümmung wie Kontrollwurzeln, die nur dem einseitigen Schwerereiz ausgesetzt werden, und zwar bei kurzdauernder Induktion ebenso wie bei Dauerreizung. Präsentationszeitbestimmungen hat die Verfasserin nicht in größerem Umfang ausgeführt, doch geht aus den mitgeteilten Versuchen mit kurzer Induktionszeit hervor, daß auch die Reizschwelle durch die allseitige Reizung nicht verschoben wird. Die diffuse Reizung verändert also das Reaktionsvermögen gegenüber dem einseitigen Reiz in keiner Weise, oder das Webersche Gesetz hat für den Geotropismus keine Gültigkeit. Nach diesen Erfahrungen versteht es sich von selber, daß der einseitigen Reizung (durch Gravitation) vorausgehende oder auf sie folgende allseitige, kurzdauernde Induktion (durch Zentrifugieren) keinen Einfluß auf die Reaktion hat. Die diffuse Reizung wird in diesem Fall dadurch erzielt, daß die senkrecht gestellten Wurzeln an der vertikalen Zentrifugenachse mit 0,6 bis 64 g geschleudert und gleichzeitig während eines Umlaufs einmal um die Längsachse gedreht werden; so wechselt die nach außen gekehrte Flanke dauernd und regelmäßig. Was verglichen wird, ist wieder die Reaktionszeit und die Reaktionsgröße bei überschwelligen Reizen, aber weil die Induktionen bei Versuchs- und Kontrollwurzeln teilweise unterschwellig bleiben, läßt sich auch auf den Mangel einer Beeinflussung der Präsentationszeit schließen.

Daß die vertikale Gleichgewichtlage bei einem geotropisch reizbaren parallelotropen Organ keine reizlose Lage zu sein braucht, hat Pfeffer seit lange betont. Die Verfasserin bringt nun eine Reihe experimenteller Belege für die Richtigkeit dieser Auffassung. Der grundlegende, entscheidende Versuch ist wohl der: werden Wurzeln an der horizontalen Scheibe der Zentrifuge in radialer Richtung befestigt und geschleudert, so wird bei hohen Schleuderkräften (6 bis 100 g) die Reaktion im Sinn der dauernd einseitig angreifenden Schwerkraft vollkommen unterdrückt; bei schwächeren Fliehkräften wird die Reaktion wenigstens verzögert und abgeschwächt gegenüber Kontrollwurzeln, die ungeschleudert wagrecht liegen. All das gilt nicht nur für Dauerreizung, sondern auch für Induktionszeiten, die den Schwellenwert für die Reaktion gegenüber der Schwerkraft wenig überschreiten und viel kürzer sind als die Zeit bis zum Sichtbarwerden der Reaktion. Was in diesen Versuchen die Fliehkraft bewirkt, kann natürlich auch die Erdschwere leisten. Es werden z. B. Wurzeln senkrecht zur horizontalen Zentri-

fugenscheibe aufgesteckt und mit 1 g geschleudert, dann wirkt die Schwerkraft in der Längsrichtung und eine Schleuderkraft von derselben Größe wirkt quer. Solche Wurzeln zeigen sich in der Reaktion benachteiligt gegenüber anderen, die entweder ungeschleudert wagrecht liegen oder parallel zur horizontalen Achse mit 1 g geschleudert werden. Eine in der Längsrichtung angreifende Massenbeschleunigung, gleichgültig ob Erdschwere oder Schleuderkraft, wirkt also als Hemmungsreiz gegenüber einem quer angreifenden tropistischen Schwerereiz. Daraus folgt ohne weiteres, daß die horizontale Lage eines positiv oder negativ geotropischen Organs die optimale geotropische Reizlage darstellt, nicht bloß weil die Schwerkraft in ihrem vollen Betrag senkrecht zur Organachse angreift, sondern auch, weil eine hemmende Längskomponente fehlt. Der Effekt einer schief angreifenden Kraft entspricht eben nicht der Wirkung ihrer senkrechten Komponente, sondern er ist geringer, weil auch die Längskomponente wirksam ist, und zwar in hemmendem Sinn. Damit werden die von Fitting beobachteten Abweichungen vom Sinusgesetz leicht verständlich. Das Sinusgesetz kann nur bei großen Ablenkungswinkeln angenähert gelten; geringe Ablenkungen aus der Vertikalen wirken schwächer als man nach der Sinusregel erwartet hat, weil die Hemmung durch die Längsreizung stark ist.

Auf weitreichende theoretische Folgerungen verzichtet die Verfasserin. Nur die Beziehungen der Ergebnisse zur Statolithentheorie werden kurz erörtert, ohne daß bündige Schlüsse gewonnen würden.

O. Renner.

Schmidt, A., Die Abhängigkeit der Chlorophyllbildung von der Wellenlänge des Lichts.

Cohn's Beiträge z. Biol. d. Pflanzen. 1914. **12,** 269—294.

Der Verf. hat es in der vorliegenden Arbeit unternommen, die Frage der Chlorophyllbildung in verschiedenfarbigem Licht quantitativ zu untersuchen, d. h. die Wirksamkeit der absoluten Energie des Lichts verschiedener Spektralbezirke zu prüfen. Zur Herstellung des verschiedenfarbigen Lichts dienten Farbfilter, über deren Durchlässigkeit eine beigegebene Spektraltafel Aufschluß gibt. Die Lichtenergie wurde mit einer Wismut-Antimon-Thermosäule gemessen. Um die Chlorophyllbildung zu bestimmen, wurde der alkoholische Auszug aus den Versuchspflanzen spektroskopisch untersucht und als Vergleichsmaß für die Wirkung verschiedener Spektralbezirke die Zeit genommen, die bis zum Auftreten der bei $\lambda = 665\,\mu\mu$ liegenden Absorptionslinie liegt. Da die Intensität des von den Farbfiltern durchgelassenen Lichts sehr verschieden ist, so

ist es, um die gefundenen Werte tatsächlich miteinander vergleichen zu können, nötig, die Abhängigkeitsbeziehung zu kennen, die zwischen Lichtintensität und Zeit der Belichtung einerseits und Chlorophyllbildung andererseits besteht. Für weißes Licht hatte bereits Liro gezeigt, daß innerhalb gewisser Grenzen die Chlorophyllbildung der Lichtmenge (Intensität $\times$ Wirkungszeit) proportional ist. Verf. bestätigt dieses Gesetz und zeigt, daß es auch für einige Spektralfarben gilt.

Als Resultat ergab sich, daß im großen und ganzen diejenigen Spektralbezirke die Chlorophyllbildung am meisten begünstigen, die vom Chlorophyll am stärksten absorbiert werden. Ob ein völliger Parallelismus in dieser Hinsicht besteht, konnte noch nicht entschieden werden, da die von den Farbfiltern durchgelassenen Spektralpartien immer noch so groß sind, daß eine Einengung der Untersuchung auf Bezirke, die sich nur um wenige $\mu\mu$ Wellenlänge unterscheiden, nicht möglich ist. Soviel aber darf als sicher angenommen werden, daß die Kurve der Wirksamkeit eine starke Erhebung im Rot zeigt (von der allerdings noch nicht sicher steht, ob sie sich mit dem bei $\lambda = 670$—$650\,\mu\mu$ gelegenen Hauptabsorptionsband des Chlorophylls deckt), eine zweite, etwas geringere im Blau. Die sehr starke Erhebung der Kurve bei $\lambda = 567\,\mu\mu$ ist dagegen nicht ganz verständlich. Umgekehrt ist im Rotgelb (etwa bei $\lambda = 620\,\mu\mu$) und vor allem im Grün (etwa bei $\lambda = 500\,\mu\mu$) ein deutliches Minimum zu konstatieren. Dafür, daß tatsächlich ein Parallelismus besteht, spricht auch der Umstand, daß Licht, welches eine konzentrierte Chlorophyllösung passiert hat, keine Chlorophyllbildung hervorruft, wenn es 76 Stunden einwirkt, während ohne Vorschalten der Chlorophyllösung bereits nach 4 Minuten nachweisliche Bildung des Farbstoffs eingetreten war. — Die Theorie der Erscheinung ist nicht ganz einfach, da angenommen werden muß, daß das Licht zunächst auf das farblose Leukophyll einwirkt und dessen Umwandlung in Chlorophyll veranlaßt. Verf. faßt den Vorgang wohl mit Recht als Autokatalyse auf, die in Kraft tritt, sobald die ersten Spuren von Chlorophyll gebildet sind. Wenn auch, namentlich nach Liros Untersuchungen, anzunehmen ist, daß das sehr schnell geschieht, so ist doch begreiflicherweise damit für die erste Bildung des Chlorophylls aus Leukophyll kein Anhaltspunkt gewonnen und es wäre möglich, daß dieser in ganz anderer Weise von der Lichtqualität abhängt.

H. Kniep.

Janse, J. M., Les sections annulaires de l'écorce et le suc descendant.

Ann. du jard. bot. de Buitenzorg. 1914. 2. sér. **13,** 1—92. Mit 12 Taf.

Der Verf. beschreibt ausführlich an der Hand sehr schöner Photographien die Veränderungen, die im Faserverlauf des zuwachsenden Holzes von Baumstämmen infolge von Rindenringelung auftreten. Die Versuche sind vor Jahren in Buitenzorg angestellt, an rasch wachsenden Zweigen der Euphorbiacee Acalypha. Die »Ringelungen« bestehen bald in der Anbringung einfacher Querwunden, die ein bandförmiges Rindenstück bis auf den Holzkörper beseitigen, bald sind es Systeme von Quer- und Längswunden, bald werden lange Spiralstreifen aus der Rinde ausgeschnitten, immer ist die »Ringelung« unvollständig, so daß der Zusammenhang der über und der unter der Wunde liegenden Rindenteile nicht vollkommen aufgehoben ist.

In der Umgebung der Wunden entsteht zunächst Wundholz. Bald bilden sich, z. B. bei einfachen Querwunden über und unter den Wundrändern von den Seiten her, zwischen längs verlaufenden Gefäßzügen Querverbindungen, und zuletzt wird statt dessen der ganze Faserverlauf gleichsinnig schief. Diese Veränderungen sind an der Oberfläche des Holzkörpers nach Abnahme der Rinde makroskopisch sichtbar und werden vom Verf. photographisch wiedergegeben. Stellt man sich einen Augenblick den Holzzuwachs als eine plastische, im normalen Zustand in vertikaler Bewegung befindliche Masse vor, so machen die auf die Ringelungen erfolgenden Reaktionen den Eindruck, als würde die Bewegung um die von den Wunden dargestellten Hindernisse herum erst auf einen Zickzackweg und dann in gleichmäßig schiefe Richtung gedrängt. In Wirklichkeit ist der Vorgang natürlich der, daß die Kambiumzellen aus der Längsrichtung allmählich in eine schiefe, oft sehr stark gegen die Vertikale geneigte Lage übergehen. Es sind dieselben Erscheinungen der Gewebeverlagerung, wie sie im letzten Jahrgang dieser Zeitschrift Neeff ausführlich als Reaktionen auf andere Verwundungen beschrieben hat. Am leichtesten sind die Verlagerungen an der Oberfläche des Holzkörpers zu beobachten, aber sie sind natürlich auch in der sekundären Rinde vorhanden.

Ringelungen der beschriebenen Art sind, wie Janse mitteilt, schon von Malpighi vorgenommen und die Erfolge als Hinweis auf das Vorhandensein eines absteigenden Saftstromes in der Rinde gedeutet worden. Diese Deutung greift Janse wieder auf. Die Kambiumzellen sollen in die Richtung einrücken, die der »absteigende Saftstrom« zu nehmen gezwungen ist. Demgegenüber ist zu betonen, daß das Vorhandensein eines eigentlichen Saftstroms nicht nachgewiesen und nicht wahrscheinlich ist. Wir sehen wohl gelöste Stoffe wandern, aber dazu genügen Diffusionsbewegungen. Auch wenn überall Plasmarotation im Weichbast und im Kambium vorkäme, so wäre damit die einseitige Be-

wegung des »Safts« noch nicht gegeben. Gerade im Sommer, wenn große Mengen von Assimilaten aus der Laubkrone gegen die Wurzel befördert werden, kann sich in der Rinde eine von oben nach unten gerichtete Wasserbewegung schwer herstellen. Parenchym setzt sich in seinem Turgeszenzzustand ins Gleichgewicht mit dem Holz, es muß also bei starker Transpiration der Sättigungsgrad der Rinde von unten nach oben abnehmen, und deswegen könnte das Wasser auf dem Weg osmotischer Saugung eher nach oben strömen als nach unten.

Aus der nicht zu leugnenden Wichtigkeit der Abwärtsbewegung der in der Rinde wandernden Stoffe zieht der Verf., wie schon in früheren Arbeiten, den Schluß, daß die Vorstellung von der Zweipoligkeit des Pflanzenkörpers aufgegeben und durch die Annahme der Einpoligkeit ersetzt werden müsse: der einzige Pol ist basal und wirkt als Anziehungszentrum für plastische Stoffe.

Es mag ganz heilsam sein, eine so lange eingewurzelte Vorstellung, wie die der Bipolarität der Pflanze, kritisch zu betrachten, eben weil sie durch den Vergleich mit nichtorganischen Gebilden so selbstverständlich scheint. Aber der Ref. glaubt doch, daß es nicht eingewachsenes Vorurteil, sondern objektive Prüfung des Tatsachenbestandes ist, was dem Gedanken Janses bis jetzt die Anerkennung vorenthalten hat. Janse gibt vor allem den polaren Regenerationserscheinungen eine andere Deutung als seit Vöchting üblich ist. Daß das Austreiben vorhandener Sproßknospen am apikalen Pol der Neubildung von Wurzeln am basalen Pol nicht ganz gleichwertig ist, mag noch zugestanden werden. Aber es fehlt doch nicht ganz an der Neuanlage von Sproßvegetationspunkten, die streng polar auftreten. Wenn der Verf. die verbreitetste Erscheinung dieser Art, die polare Regeneration aus den Kallis knospenloser Zweigstücke, mit der Bemerkung abtut, daß der Kallus ein außer allem Vergleich stehendes Gebilde sei, so ist das zwar sehr bequem, aber nicht überzeugend.

Daß die Polarität mit der Stoffwanderung zusammenhänge, dieser Gedanke wird von mehreren Forschern vertreten. Janse spitzt diese Hypothese recht willkürlich in dem Sinn zu, daß er nur die abwärts gerichteten Bewegungen wirksam sein läßt. Gerade bei den Erscheinungen der Zellverlagerung hat Neeff umgekehrt, mit mindestens ebenso guten Gründen wie Janse, die bei der Richtung der Zellen tätigen Reizzentren in den Sproßvegetationspunkten gesucht, und wenn wir den polaren Reiz als durch Stoffwanderung vermittelt uns vorstellen, müssen wir bei verschiedenen Beobachtungen Neeffs notwendig an aufwärts gerichtete Bewegung denken. Wenn Janse den höheren Pflanzen statt der Zweiheit der gipfelwärts und der wurzelwärts gewendeten Stoffver-

schiebungen nur eine »basipetale Impulsion« zuerkennt, so ist das ein gewaltsames Hineinpressen in ein von Caulerpa hergeholtes Schema.

Die Polarität des Pflanzenkörpers im Sinn der Zweipoligkeit ist eine Erfahrung, die bestehen bliebe, wenn die gegenwärtig gangbare Hypothese von dem Zustandekommen und dem Wesen der Polarisierung zu Fall käme. Janse stellt die Hypothese in der Form, die er ihr gegeben hat, vor die konkrete Erscheinung, und nur so kommt er dazu, die handgreifliche Zweiheit des Wurzel-Sproß-Gebildes durch die aller Anschauung bare Fiktion einer Einpoligkeit zu ersetzen.

O. Renner.

Gates, F. C., Winter as a factor in the xerophily of certain evergreen Ericads.

The bot. gaz. 1914. **57,** 445—489.

Die Arbeit enthält nicht viel über den im Titel genannten Gegenstand. Immergrüne Ericaceen nordamerikanischer Moore (im südlichen Michigan) transpirieren im Sommer schwächer als sommergrüne Gewächse derselben Standorte, im Winter ist die Transpiration der beblätterten Ericaceensprosse natürlich stärker als der Wasserverlust blattloser Zweige von anderen Holzpflanzen. Abgeschnittene Zweige von Chamaedaphne (Andromeda) calyculata transpirieren, wenn ihnen Wasser von etwa 0^0 geboten wird, etwas, aber nicht viel schwächer, als wenn das Wasser, das sie saugen, dieselbe Temperatur hat wie die Luft, nämlich etwa 20^0. Bei einer Bodentemperatur von -10^0, wobei der Boden natürlich gefroren ist, sind die untersuchten Wurzeln noch biegsam, also nicht gefroren, desgleichen die Blätter; Ersatz des transpirierten Wassers aus dem kalten Boden ist demnach möglich, wenn auch erschwert. Bei einer Lufttemperatur von -25^0 oder darunter werden die Blätter von Chamaedaphne spröde (vertrocknet?) und sterben ab. So extrem niedrige Temperatur erträgt Chamaedaphne nur unter einer Schneedecke, während sie bei -17^0 auch ohne Schnee lebend bleibt. Der Verf. kommt zu dem Schluß, daß die xerophilen Charaktere der immergrünen Moor-Ericaceen, wie es schon des öftern ausgesprochen worden ist, in erster Linie als Anpassungen an den Winter aufzufassen sind. Im Sommer sind kaum Anzeichen vorhanden, daß diese Pflanzen mit Wassermangel zu kämpfen haben. Auf die Frage der sogenannten Xerophilie bei sommergrünen Moorpflanzen wird nicht eingegangen.

Die Spaltöffnungen aller untersuchten Pflanzen öffnen sich vorzugsweise im direkten Sonnenlicht und schließen sich beim Welken. Die Untersuchung der Stomata geschieht nach der Infiltrationsmethode unter

Verwendung von Toluol, wobei quantitative Daten über die Öffnungsweite nicht zu erhalten sind. Die Evaporation wird mitunter neben der Transpiration bestimmt, aber die relative Transpiration (absolute Transpiration: Evaporation) wird nicht berechnet. Der Verf. ist also nach seinen experimentellen und rechnerischen Daten gar nicht imstande, einen Beitrag zur Lösung der Frage zu liefern, ob die Transpirationsgröße durch die Tätigkeit der Spaltöffnungen reguliert wird. Er erörtert die Frage trotzdem und beantwortet sie im Anschluß an Lloyd in verneinendem Sinn. Daß die Lloydsche Behauptung längst widerlegt ist und sogar von Lloyd selber nicht mehr aufrecht erhalten wird, übersieht der Verf. ebenso wie die anderen amerikanischen Autoren, die zu dem Problem Stellung genommen haben. O. Renner.

Getman, M. R., Oogenesis in Hormosira.

The bot. gaz. 1914. **58,** 264—271.

Von der Gattung Hormosira ist durch Kützing, Oltmanns und Gruber bekannt, daß im Oogonium nur vier Eier zur Reife kommen. Über den Verbleib der überflüssigen vier Kerne waren keine Beobachtungen gemacht.

Der Verf. kann nun zeigen, daß die Oogonentwicklung nicht so regelmäßig verläuft, wie etwa bei Ascophyllum. Hier zerfällt der Oogoninhalt von vornherein in vier gleiche, tetraederförmig angeordnete Teile mit je einem Kern, während die übrigen vier degenerierten Kerne in die Interzellularräume ausgestoßen werden. Bei Hormosira dagegen werden sehr häufig mehr als vier fakultative Eier gebildet. Nach dem Verf. sind es meistens sieben, von denen dann eins zwei Kerne enthält. Wie aus diesen siebeneiigen Oogonien die reifen mit nur vier Eiern werden, zeigt der Verf. nicht. Er scheint aber anzunehmen, daß die ganzen überzähligen Eier im unreifen Zustand zugrunde gehen.

Wenn dies so ist, wäre der Fall von Hormosira in Parallele zu bringen mit den Beobachtungen Gardners an Pelvetiopsis und Hesperophycus, sowie denen des Ref. an Sargassum. Der Verf. tut das nicht, da er die betreffenden Arbeiten offenbar nicht gesehen hat. Überhaupt ist der Verf. mit der neueren Fucaceenliteratur überraschend wenig vertraut. So behauptet er, daß im Oogon von Sargassum die drei Kernteilungen unterblieben, obwohl der Ref. und nach ihm Tahara gezeigt haben, daß dort genau dieselben Verhältnisse wie bei allen anderen Fucaceen herrschen. Ferner spricht er davon, daß Yamanouchi die Oogonentwicklung von Cystosira geschildert habe, obwohl dieser Autor nie eine Arbeit über Cystosira veröffentlicht hat. Den be-

treffenden Aufsatz des Ref. kennt der Verf. nicht. Ebensowenig weiß der Verf., daß die Bowersche Auffassung von der Conceptakelentwicklung der Fucaceen nach den Beobachtungen von Simons und dem Ref. heute stark modifiziert werden muß. Diese mangelhafte Literaturkenntnis des Verf. ist vor allem in sachlicher Beziehung zu bedauern, weil ihm dadurch verschiedene interessante Probleme der Fucaceenforschung, die er mit seinem Material vielleicht hätte lösen können, entgangen sind. Nienburg.

Neue Literatur.

Allgemeines.

Verworn, M., Allgemeine Physiologie. Ein Grundriß der Lehre vom Leben. 6., neu bearb. Aufl. G. Fischer, Jena. *1915*. 8⁰. 16 + 766 S. m. 333 Abb.

Bakterien.

Friedemann, U., und **Magnus, W.,** Das Vorkommen von Pflanzentumore erzeugenden Bakterien im kranken Menschen. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915*. **33**, 96—108.)

Spiro, K., Die Wirkung von Wasserstoffsuperoxyd und von Zucker auf die Anaerobier. (Münchener med. Wochenschr. *1915*. 497—499.)

Stören, K., Über einen eigentümlichen Fall von Schleimbildung im Rahm. (Centralbl. f. Bakt. II. *1915*. **43**, 323—326.)

Pilze.

Buchheim, A., Zur Biologie von Melampsora Lini. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915*. **33**, 73—75.)

Franceschelli, D., Untersuchungen über die Enzyme in den Mycelien des auf stickstoffreien Stärkekuchen gezüchteten Penicillium glaucum. (Centralbl. f. Bakt. II. *1915*. **43**, 305—323.)

Schnegg, H., Zur Entwicklungsgeschichte und Biologie der Pycniden, sowie der Schlingenmycelien und Hyphenknäuel. (Ebenda. 326—364.)

Wehmer, C., s. unter Physiologie.

Wille, F., Zur Biologie von Puccinia Arenariae (Schum.) Winter. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915*. **33**, 91—96.)

Algen.

Fechner, R., Die Chemotaxis der Oscillarien und ihre Bewegungserscheinungen überhaupt. (Zeitschr. f. Bot. *1915*. **7**, 289—364.)

Linsbauer, K., Notiz über die Säureempfindlichkeit der Euglenen. (Österr. bot. Zeitschr. *1915*. 12—21.)

Moose.

Bryan, G. S., The archegonium of Sphagnum subsecundum. (The bot. gaz. *1915*. **59**, 40—56.)

Farnpflanzen.

Büsgen, M., Eine Eigentümlichkeit des Adlerfarnes [Pteridium aquilinum]. (Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. *1915*. 235—241.)

Steil, W. N., Apogamy in Nephrodium hertipes. (The bot. gaz. *1915*. **59**, 254 bis 256.)

Gymnospermen.

Burlingame, L. L., The morphology of Araucaria brasiliensis. (The bot. gaz. *1915*. **59**, 1—39.)

Morphologie.

Ule, E., Über einige eigentümliche Zweigbildungen der Bäume des Amazonasgebietes. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915*. **33**, 128—132.)

Physiologie.

Briggs, L. J., and **Shantz, H. L.**, Relative water requirements of plants. (Journ. agric. res. *1914*. **3**, 1—63.)

Fechner, R., s. unter Algen.

Franceschelli, D., s. unter Pilze.

Hasselbring, H., and **Hawkins, L. A.**, Physiological changes in sweet potatoes during storage. (Journ. agric. res. *1915*. **3**, 331—342.)

Krones, F. E., Einfluß des Lichtes auf den Geotonus. (Sitzgsber. k. Akad. Wiss. Wien. Math.-nat. Kl. *1914*. **123**, I, 801—835.)

Linsbauer, K., s. unter Algen.

Osterhout, W. J. V., Extreme alterations of permeability without injury. (The bot. gaz. *1915*. **59**, 242—254.)

Schellenberg, H. C., Zur Kenntnis der Winterruhe in den Zweigen einiger Hexenbesen. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915*. **33**, 118—126.)

Spiro, K., s. unter Bakterien.

Steinbrinck, C., Über den Nachweis von Kohäsionsfalten in geschrumpfelten Antherengeweben. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915*. **33**, 68—72.)

Ursprung, A., Zur Demonstration der Blasenbildung in Wasser von verschiedenem Luftgehalt. (Ebenda. 108—112.)

—, Filtration und Hebungskraft. (Ebenda. 112—118.)

—, Über die Blasenbildung in Tonometern. (Ebenda. 140—152.)

—, Über die Kohäsion des Wassers im Farnannulus. (Ebenda. 153—162.)

Verworn, M., s. unter Allgemeines.

Weber, G., Änderung der Plasmaviskosität bei geotropischer Reizung. (Österr. bot. Zeitschr. *1915*. 439—442.)

Wehmer, C., Zum Abbau der Holzsubstanz durch Pilze. (Ber. d. d. chem. Ges. *1915*. **48**, 130—134.)

Fortpflanzung und Vererbung.

Hartmann, M., Der Generationswechsel der Protisten und sein Zusammenhang mit dem Reduktions- und Befruchtungsproblem. (Verh. d. Zool. Ges. auf d. 24. Jahresvers. Freiburg i. Br. *1914*. 8⁰. 49 S.)

Steil, W. N., s. unter Farnpflanzen.

Vries, H. de, The coefficient of mutation in Oenothera Biennis L. (The bot. gaz. *1915*. **59**, 169—196.)

Ökologie.

Günthart, A., Über die Blüten und das Blühen der Gattung Ribes. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915*. **33**, 75—91.)

Kearney, T. H., **Briggs, L. J.**, **Shantz, H. L.**, **Mc Lane, J. W.** and **Piemeisel, R. L.**, Indicator significance of vegetation in Tooele Valley, Utah. (Journ. agric. res. *1914*. **1**, 365—417.)

Lagerberg, T., Die Analyse der Bodenvegetation auf objektiver Grundlage. (Meddel. stat. skogsförsökanst. *1914*. Heft 11, 129—200.)

Systematik und Pflanzengeographie.

Bernatsky, J., Bäume und Sträucher in den Sodagegenden des ungarischen Tieflandes. (Jahresber. d. Vereinig. f. angew. Bot. *1914* [*1915*]. 44—52.)

Keilhack, K., Tropische und subtropische Torfmoore auf Ceylon und ihre Flora. (Vortr. a. d. Gesamtgebiet der Botanik, herausgeg. von d. d. bot. Ges. *1915*. Heft 2, 1—25.)

Koegel, L., Das Urwaldphänomen Amazoniens. (Eine geograph. Studie.) Lindauer, München. *1914*. 8⁰. 83 S.

Linsbauer, K., Über Saxifraga stellaris L. f. comosa Poir. (Österr. bot. Zeitschr. *1915*. 481—486.)

Niederlein, G., Plantago Bismarckii Niederlein. W. Fiedler, Zittau. 8⁰. *1915*. 8 S.

Martius, C. Fr. Ph. de, Specimina XII generum Cinchonae et Palicureae (e familia Rubiacearum). K. W. Hiersemann, Leipzig. *1915*.

Angewandte Botanik.

Bernatsky, J., Prüfung und Beurteilung der Schnittreben. (Jahresber. d. Vereinig. f. angew. Bot. *1914* [*1915*]. **12**, 1—8.)

Brown, H. P., Growth studies in forest trees. (The bot. gaz. *1915*. **59**, 197—241.)

Dorph-Petersen, K., Wie sucht man in Dänemark durch eine Kontrolle des Saatgutes Verluste im Felde infolge von Mängeln am Saatgute zu verhindern. (Jahresber. d. Vereinig. f. angew. Bot. *1914* [*1915*]. 9—17.)

Knell, A. K., Die Pollenkörner als Diagnosticum in Drogenpulvern (Blüten, Kräutern und Blättern). Diss. Würzburg. *1914*. 8⁰. 49 S.

Schotte, G., Kiefernpflanzen aus Samen verschiedener Heimat. Ein Beitrag zur Provenienzfrage. [Schwedisch.] (Meddel. stat. skogsförsökanst. *1914*. Heft 11, 61—108.)

Sylvén, N., Kubikmaße und Form bei Fichten verschiedenen Verzweigungstypus. [Schwedisch.] (Ebenda. 9—60.)

Wibeck, E., Der Samenertrag der Waldbäume in Schweden im Jahre 1914. (Ebenda, 108—128.)

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Doby, G., und **Bodnár, J.**, Biochemische Untersuchungen über die Blattrollkrankheit der Kartoffel. (Zeitschr. f. Pflanzenkr. *1915*. **25**, 4—15.)

Fallada, O., Über den Witterungsverlauf im Jahre 1914 und über die in diesem Jahre beobachteten Schädiger und Krankheiten der Zuckerrübe. (Österr.-Ungar. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landwirtsch. *1915*. **64**, 1—14.)

Gentner, G., Das Saatgut als Träger von Krankheitskeimen. (Jahresber. d. Vereinig. f. angew. Bot. *1914* [*1915*]. 28—43.)

Kölpin-Ravn, K., Die Übertragung von Krankheiten durch das Saatgut und die Möglichkeit einer Vergütung der dadurch veranlaßten Verluste. (Ebenda. 18—27.)

Lagerberg, T., Grankottens svampsjukdomar. (Statens skogsförsökanst. Flygblad Nr. 2. *1914*. 5 S.)

Riehm, E., Getreidekrankheiten und Getreideschädlinge. (Centralbl. f. Bakt. II. *1915*. **43**, 177—221.)

Technik.

Ask, F., Eine kleine Bemerkung zur Schnittserienmethode von Suzuki. (Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. *1915*. **31**, 367—368.)

Bruijning, F. J., Eine einfache Mikroskopierbeleuchtung, welche nicht inkommodiert. (Ebenda. 362—367.)

Golodetz, L., Die Darstellung der Reduktionsorte und Sauerstofforte der Gewebe. (Ebenda. 296—300.)

Oelze, F. W., Die Darstellung der Reduktionsorte und Sauerstofforte der Gewebe. (Ebenda. 307—310.)

Plaut, M., Mit Fettfarbstoffen gefärbte Terpentinkitte, sowie über die Verwendung von Gelbglyzerin als Holz- und Korkreagens. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915*. **33,** 133—139.)

Scheffer, W., Über streuende Scheiben in der Mikrobeleuchtung. (Ebenda. 368—373.)

—, Bemerkungen zur Beleuchtung mikroskopischer Objekte mit auffallendem Licht für Mikrophotographie mit kurzbrennweitigen photographischen Objektiven. (Ebenda. 373—380.)

Unna, P. G., Eine gute Doppelfärbung für gewöhnliche und saure Kerne. (Ebenda. 289—296.)

Wilschke, A., Über die Fluoreszenz der Chlorophyllkomponenten. (Ebenda. 338—362.)

Wolf, M., Ein Objekthalter für Zeißsche anastigmatische Doppellupen. (Ebenda. 380—384.)

—, Über die Verwendung des Zeichenprismas für Mikroprojektion auf horizontale und vertikale Flächen. (Ebenda. 384—391.)

Verschiedenes.

Bulletin of the New York botanical Garden. *1914* [*1915*]. 8⁰. 83 S.

Carnegie institution of Washington. Annual report of the director of the department of botanical research. (S.-A. Year book No. 13 for the year 1914, p. 63—104.)

Cohen, E., Wilhelm Pfeffer und die physikalische Chemie. (Die Naturw. *1915*. **3,** 118—120.)

Czapek, Fr., Die Bedeutung von W. Pfeffers physikalischen Forschungen für die Pflanzenphysiologie. (Ebenda. 120—124.)

Glück, H., Paul Friedrich Reinsch. (Ber. d. d. bot. Ges. *1914* [*1915*]. **32,** 5—18.)

Haberlandt, G., Wilhelm Pfeffer. (Die Naturw. *1915*. **3,** 115—118.)

—, Hermann Sommerstorff. (Ber. d. d. bot. Ges. *1914* [*1915*]. **32,** 86—88.)

Johnson, D. S., The Cinchona botanical station. (The popular science monthly. *1914*. 521—530. *1915*. 33—48.)

Jost, L., Die Bedeutung Wilhelm Pfeffers für die pflanzenphysiologische Technik und Methodik. (Die Naturw. *1915*. **3,** 129—131.)

Kniep, H., Wilhelm Pfeffers Bedeutung für die Reizphysiologie. (Ebenda. 124—129.)

Koenen, O., 42. Jahresbericht der botanischen Sektion des westfälischen Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst für das Rechnungsjahr 1913—1914. Münster. *1914*.

Kolkwitz, R., Paul Richter. (Ber. d. d. bot. Ges. *1914* [*1915*]. **32,** 64—67.)

Longo, B., L'orto e l'istituto botanico della R. Università di Siena. Bernardino Siena. *1915*. 8⁰. 31 S.

Lindau, G., Paul Wilhelm Magnus. (Ber. d. d. bot. Ges. *1914* [*1915*]. **32,** 32—64.)

Peters, L., Friedrich Krüger. [Mit Bildnis.] (Ebenda. 67—73.)

Schiffner, V., Joseph Brunnthaler. [Mit Bildnis.] (Ber. d. d. bot. Ges. *1914* [*1915*]. **32,** 88—95.)

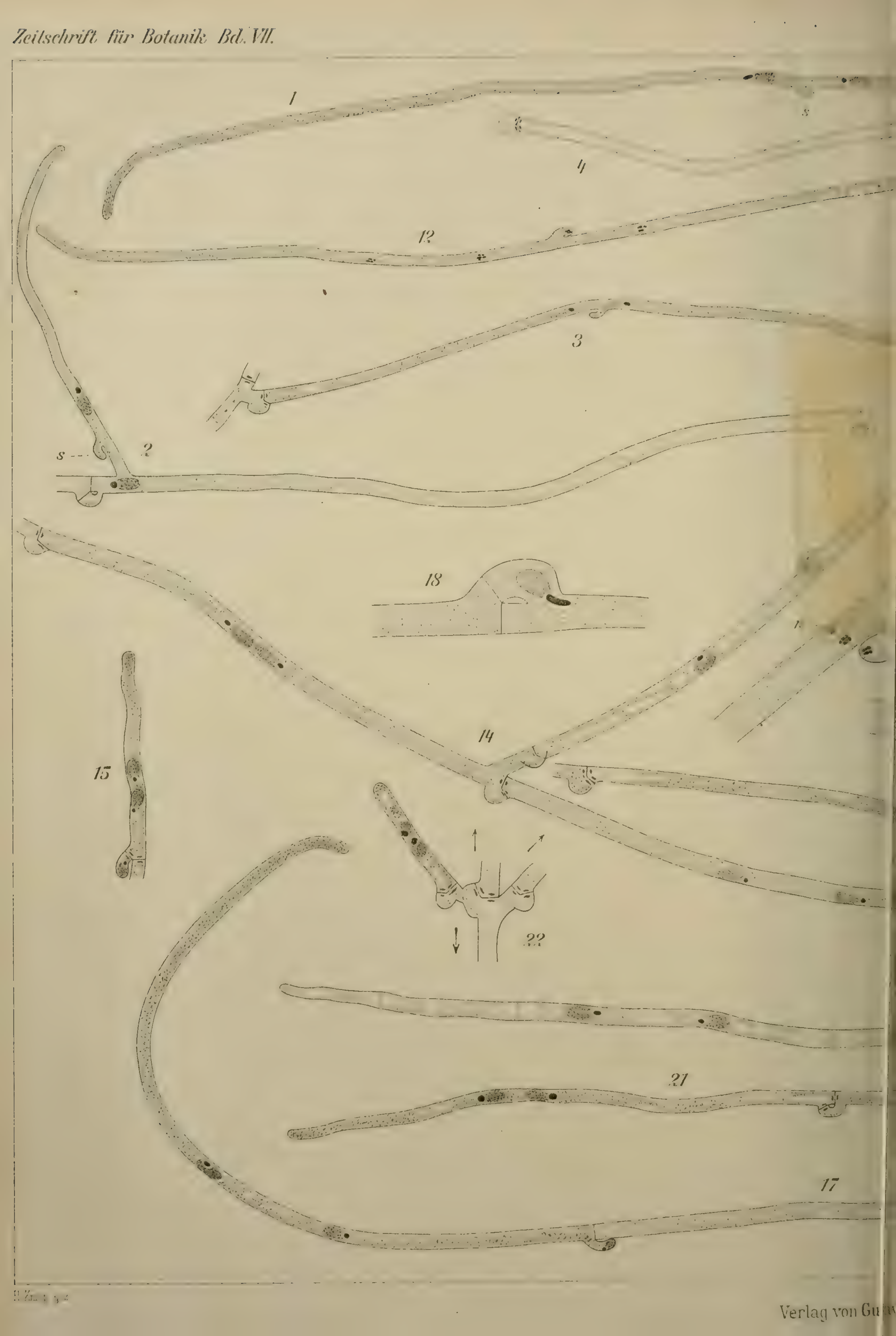
Seeger, R., Die neuen botanischen Anlagen (Garten und Institut) der K. K. Universität in Innsbruck. (Österr. bot. Zeitschr. *1914*. **64,** 436—442.)

Sernander, R., Thore Magnus Fries. (Ber. d. d. bot. Ges. *1914* [*1915*]. **32,** 73—86.)

Tischler, G., Felix Kienitz-Gerloff. (Ebenda. 18—32.)

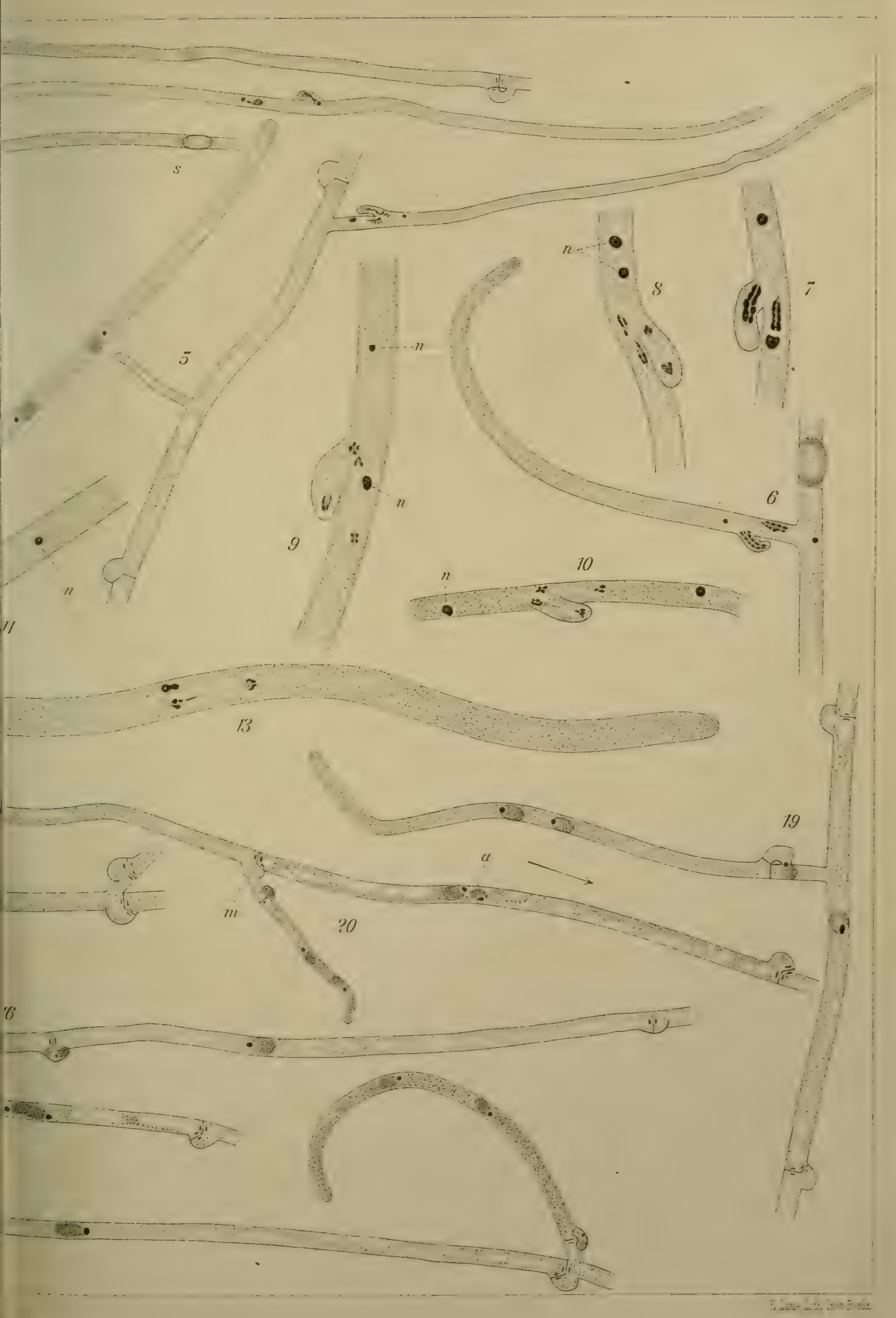
Hofbuchdruckerei Rudolstadt.





Verlag von Gu

Taf. II.



[...]ischer in Jena



Hofbuchdruckerei Rudolstadt.

ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG JOST · FRIEDRICH OLTMANNS
HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH

SIEBENTER JAHRGANG. SIEBENTES HEFT

MIT 1 ABBILDUNG IM TEXT



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1915

Monatlich erscheint ein Heft im Umfange von 4—5 Druckbogen
Preis für den Jahrgang: 24 Mk.

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Manuskripte, Bücher usw.) bitten wir zu richten an
Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. **Oltmanns, Freiburg i. Br.,** Jacobistr. 23

Inhalt des siebenten Heftes.

I. Sammelreferat.

II. Besprechungen.

III. Neue Literatur.

Das Honorar für die Originalarbeiten beträgt Mk. 30.—, für die in kleinerem Drucke hergestellten Referate Mk. 50.— für den Druckbogen. Dissertationen werden nicht honoriert. Die Autoren erhalten von ihren Beiträgen je 30 Sonderabdrücke kostenfrei geliefert. Auf Wunsch wird bei rechtzeitiger Bestellung (d. h. bei Rücksendung der Korrekturbogen) eine größere Anzahl von Sonderabzügen hergestellt und nach folgendem Tarif berechnet:

Jedes Exemplar für den Druckbogen	10	Pfg.
Umschlag mit besonderem Titel	10	„
Jede Tafel einfachen Formats mit nur einer Grundplatte	5	„
Jede Doppeltafel mit nur einer Grundplatte	7.5	„
Tafeln mit mehreren Platten erhöhen sich für jede Platte um	3	„

Besprechungen.

Publikationen über die Biologie der Uredineen im Jahre 1914[1].

Sammelreferat von Ed. Fischer.

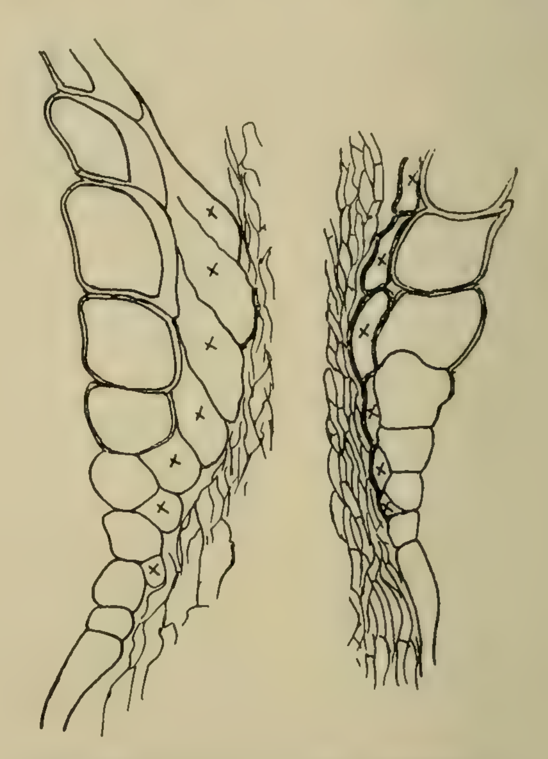
Mit 1 Abbildung im Text.

Allgemeines. Unter den zusammenfassenden systematischen Werken, in denen auch die biologischen Verhältnisse der Uredineen Berücksichtigung finden, erwähnen wir die Bearbeitung der Pilze des Rostrupschen Herbars durch J. Lind (17), welche u. a. auch historische Angaben über die zum Teil unbekannt gebliebenen, von dänischen Forschern ausgeführten Infektionsversuche mit heteroecischen Arten bringen. Auch berichtet Lind über einige eigene Versuche (mit Uromyces Kabatianus). Sodann sei hingewiesen auf die nunmehr abgeschlossene Bearbeitung der Uredineen der Brandenburgischen Kryptogamenflora durch Klebahn (12), auf das Werk von Grove (7): »The british rust fungi (Uredinales), their biology and classification«, auf die Darstellung der Uredineen Italiens von A. Trotter (27), die nun ebenfalls fertig vorliegt und endlich auf die zweite Lieferung des dritten Bandes der Sydowschen Monographia Uredinearum (21) mit den Gattungen Ravenelia, Kuehneola, Melampsora und ihren Verwandten. — In klarer zusammenfassender Weise werden die wichtigsten allgemeinen Fragen, die sich an die Uredineen anknüpfen, von Klebahn (13) erörtert in seinem in der deutschen botanischen Gesellschaft gehaltenen Vortrage »Aufgaben und Ergebnisse biologischer Pilzforschung«.

Entwicklungsgeschichte und Reihenfolge der einzelnen Fruchtformen. Die meisten bisher über die Cytologie der Aecidien ausgeführten Arbeiten bezogen sich auf die peridienlosen Caeomaformen. Von den peridienbesitzenden sind nur die des Uromyces Poae durch Blackman, der Puccinia Falcariae durch Dittschlag und des Endophyllum Sempervivi durch Hoffmann genauer untersucht worden. Zu diesen Arten fügt nun Fromme (6) sechs weitere hinzu, nämlich Uromyces Caladii, Puccinia Claytoniata, P. Violae, P. Hydrocotyles, P. Eatoniae und P. angustata. Dabei stellt er folgendes fest: In dem

[1]) Nachträglich hinzugenommen sind auch drei Arbeiten aus dem Jahre 1913.

Hyphengeflecht, aus dem das Aecidium hervorgehen soll, differenziert sich zunächst in der Region, die dem späteren Scheitel entspricht, eine pseudoparenchymatische Zellgruppe, in die sich von unten her zahlreiche, mehr oder weniger parallel verlaufende Hyphen fortsetzen. Diese bilden das Paarungsgewebe (gametic tissue), in welchem die paarweise Verschmelzung von Zellen vor sich geht, die zur Bildung der Aecidiosporen führt. Die fusionierenden Zellen sind meist in der Richtung der Aecidienaxe, seltener anders orientiert. Vereinigung von drei Zellen und dementsprechend dreikernige, ja auch vierkernige Aecidiosporen wurden ebenfalls beobachtet. Die ersten Verschmelzungen erfolgen im Zentrum der Aecidienanlage, und von da schreitet der Vorgang gegen die Peripherie fort. Das übergelagerte Pseudoparenchym ist homolog den sterilen Zellen, wie sie bei den Caeomaformen am Scheitel der Gameten abgegrenzt werden. Fromme verfolgt für die erwähnten Species auch die Entstehung der Peridie, wobei er Resultate erhält, die denen früherer Beobachter, insbesondere Richards konform sind: Zuerst beginnt die Ausbildung des »Peridiendeckels« (Kurssanow), dessen Zellen aus den umgebildeten endständigen Aecidiosporen der inneren Sporenketten bestehen, während die Seitenwände von den peripheren Sporenketten in ihrer ganzen Länge zusammengesetzt sind, wobei sich deren Zellen nicht in Sporen und Zwischenzellen geteilt haben. Diese, auch von anderen Forschern geteilte Auffassung über den letztgenannten Punkt widerlegt nun aber Kurssanow (16) in seiner Untersuchung über die Peridienentwicklung im Aecidium. Er zeigt nämlich, daß auch die Zellen der zur Bildung der Peridie verwendeten Ketten sich in zwei (zweikernige) Zellen teilen: eine größere, die der Aecidiospore, und eine kleinere (in vorstehender Figur durch ein ✕ bezeichnete), die der Zwischenzelle entspricht. Ein Unterschied gegenüber den wirklichen Sporenketten besteht nur insofern, als die



Längsschnitt durch die Peridie von Puccinia graminis (links) und Gymnosporangium tremelloides (rechts), nach Kurssanow. (Schematisiert.)

Zwischenzellen hier stark vorgeschoben sind. Nur aus den größeren, den Aecidiosporen entsprechenden Zellen wird die Peridie gebildet; die Zwischenzellen dagegen, die mehr und mehr herausgedrängt werden, können eine zweite Hülle bilden, welche die Peridiumbasis außen umgibt, aber gewöhnlich früh degeneriert und so die Trennung des ganzen Peridiums von dem umschließenden Hyphengeflecht erleichtert. Beim Peridiendeckel wird die Bildung von Zwischenzellen von keinem Beobachter bestritten. Für Peridermium auf Kiefernnadeln konstatierte aber Kurssanow die eigentümliche Abweichung, daß es die Zwischenzellen sind, welche den Peridiendeckel bilden, während die darüberliegenden, den zugehörigen Aecidiensporen entsprechenden Zellen kleiner sind und schließlich verschleimen. Beiläufig sei hier noch erwähnt, daß Kurssanow bei Puccinia Pruni spinosae neben normalen Aecidien auch solche mit einkernigen Aecidiosporen und Peridienzellen fand.

Die Zelle, welche bei den Caeomabildungen am Scheitel der Gameten abgegrenzt wird, ist bekanntlich vielfach als rudimentäres Trichogyn aufgefaßt worden; von anderer Seite hat man sie als »Pufferzelle« zwischen den Gameten bzw. der späteren Sporenkette und der Epidermis angesehen. Diesen zwei Deutungen stellt Frau Moreau (19) eine dritte gegenüber: von der Tatsache ausgehend, daß es Fälle gibt, in denen solche Zellen zu 2 bis 3 übereinander abgegrenzt werden, spricht sie die Ansicht aus, es handle sich um rückgebildete Fortpflanzungszellen »Praeaecidiosporen«, welche ursprünglich Gameten gewesen seien und von den Spermatien befruchtet worden wären; mit anderen Worten, sie wären die weiblichen Homologa der Spermatien. Aber warum bemüht man sich eigentlich so sehr die Annahme einer ehemaligen Spermatiensexualität aufrecht zu erhalten, während es doch so viel näher liegt die Sexualvorgänge der Uredineen auf einen isogamen Typus, etwa von der Art von Endogone, zurückzuführen!

Die Nachkommen des beim Sexualakte der Uredineen entstehenden Doppelkernes pflegen bekanntlich in der jungen Teleutospore zu verschmelzen. Es gibt aber Fälle, in denen diese Verschmelzung weiter hinausgeschoben wird: Dietel (3) stellte für Uromyces Rumicis fest, daß sie zur Zeit der Sporenreife noch nicht erfolgt ist. In naher physiologischer Beziehung zu dieser Species steht, wie Tranzschel gezeigt hat, die Mikroform U. Ficariae; dies erhält eine interessante Beleuchtung durch die Tatsache, daß letztere Species dieselbe Verspätung der Kernverschmelzung aufweist.

Dietel (3a) unterwarf den Keimungsvorgang der Puccinia Malvacearum einer genaueren Untersuchung, die ihn zu einem Resultate führte, welches wesentlich von den bisherigen Vorstellungen abweicht:

an der Stelle, wo der Keimschlauch aus der Teleutospore austritt, werden die verschiedenen Membranschichten der letzteren, wohl durch ein Ferment, zerstört und es bildet sich ein Keimkanal. »Aus diesem dringt nun das Protoplasma zunächst als nacktes Klümpchen hervor. Die zarte Membran, die am fertigen Promycel den plasmatischen Inhalt umschließt, wird erst während seines Wachstums von ihm selbst ausgeschieden und bildet also nicht die Fortsetzung einer der Schichten der Teleutosporenmembran. Auch die Sporidien lassen anfangs keinerlei Membran erkennen, auch sie sind zunächst nackte Plasmakügelchen, an denen eine oberflächliche Schicht erst während ihres Wachstums sich zur Membran entwickelt.« Könnte es aber nicht doch sein, daß, auch bei sehr exakter Untersuchung, bei lebendem Material das Vorhandensein einer ganz zarten Membran übersehen wird?

In einer früheren Arbeit hatte Kunkel (15) dargetan, daß die Sporen des Caeoma nitens durch Basidienbildung keimen. Derselbe Forscher zeigt nun, daß bei diesem Vorgange auch hinsichtlich der Kernverhältnisse völlige Übereinstimmung mit Endophyllum besteht. Findet die Keimung unter Wasser statt, so entstehen (wie es Werth schon für Endophyllum beobachtete) einfache Keimschläuche; aber auch in diesen findet man vier Kerne, sie sind also ebenfalls als Basidien zu betrachten und nicht etwa mit den Keimschläuchen zu vergleichen, wie sie von den gewöhnlichen Aecidiosporen gebildet werden. Auch nach dieser neuen Untersuchung muß also das Caeoma nitens als ein selbständiger, von Gymnoconia interstitialis unabhängiger Pilz angesehen werden. Dementsprechend konnte auch durch Infektionen mit Sporen von Caeoma nitens keine Gymnoconia erzogen werden. Kunkel hält daher — wie es uns scheint mit Recht — das Caeoma nitens für eine ganz primitive Uredineenform, noch einfacher als Endophyllum, weil ihm die Peridie fehlt.

Für das in Norddeutschland verbreitete Peridermium Pini, dessen Teleutosporenwirt trotz der vielen Bemühungen namentlich von Klebahn bis heute unbekannt geblieben ist, sucht Haack (8) den Nachweis zu führen, daß eine Wiederholung der Aecidiengeneration stattfindet. Er führte an Triebspitzen, denen künstlich kleine Wunden beigebracht worden waren, Infektionen mit Aecidiosporen aus. An solchen Stellen trat nach 2 oder 3 Jahren wieder Aecidienbildung auf. Freilich gibt Verf. zu, daß solche auch an nichtinfizierten Stellen vorkamen und daß andererseits auch keineswegs an allen Kiefern die Versuche ein positives Resultat ergaben; aber er erklärt ersteres durch Fremdinfektion (die Versuche wurden im Freien ausgeführt) und letzteres durch eine ungleiche Praedisposition verschiedener Kiefern-Individuen,

und nach einer sehr eingehenden Diskussion dieser Ergebnisse hält er dafür, daß die Infektionserfolge ebensowenig wie die Mißerfolge auf Zufall beruhen, und daß dabei seine Resultate eine andere Deutung nicht zulassen als die: »Das bei uns (d. h. in Norddeutschland) vorkommende Peridermium Pini vermag sich, ohne eines Zwischenwirtes zu bedürfen, durch seine Aecidiosporen von Kiefer zu Kiefer zu übertragen«. Referent muß allerdings gestehen, daß er diese Versuchsergebnisse doch noch zurückhaltender beurteilen würde!

Die Überwinterung der Uredineen und die damit zusammenhängende Mykoplasmatheorie von Eriksson haben auch im Jahre 1914 wieder eine ganz ausgiebige Literatur zutage gefördert. Zunächst hebt Treboux (26) hervor, daß die verschiedenen Fälle von Uredoüberwinterung, die er 1912 aus der Umgebung von Nowotscherkask beschrieben hat (s. unser Sammelreferat in dieser Zeitschrift 1913, **5**, 472), sich wirklich auf die Sporen beziehen, die den Winter über ihre Keimfähigkeit bewahrten. Bedingung dazu ist die Vermeidung von anhaltender Nässe, was in der Steppe realisiert ist, indem »die starren, sich gut erhaltenden Pflanzenteile in die Luft ragen und im Winde nach Niederschlägen bald wieder trocken sind«. Anders macht sich aber die Sache bei einer Reihe von Uredineen, die Treboux in der Umgebung von Riga beobachtete: »Hier muß der eigentliche Träger der Überwinterung das Mycel sein, das sich in den lebendigbleibenden Pflanzenteilen erhält, und erst die auf diesem Mycel neugebildeten Uredosporen werden im Frühjahr neue Infektionen hervorrufen« (von Treboux aus Klebahn zitiert). Dies wurde konstatiert bei Puccinia dispersa, P. glumarum, P. obscura, P. Poarum, P. agropyrina, P. coronata, P. carduorum, Uredo Airae, Uredo auf Festuca ovina (wohl U. Festucae), Thecopsora Pirolae und dürfte wohl auch zutreffen für Melampsora Lini und Puccinia Arenariae. — Über die Dauer der Keimkraft von trocken gehaltenen Uredosporen machte Klebahn (14) Versuche, bei denen er für Puccinia triticina und P. coronifera auf ungefähr $2^1/_2$ Monate kam, was sich auffallend mit den Befunden von Fromme (s. unser letztjähriges Sammelreferat) deckt. — Dagegen haben die Keimungsversuche, welche Beauverie (1) mit den im letztjährigen Sammelreferate erwähnten Uredobesetzten Getreidekörnern ausführte, nicht zur Entwicklung rostbefallener Pflanzen geführt, so daß Eriksson (4) mit seinem Einwande Recht behalten dürfte, daß Sporenhäufchen oder Mycelteilen, die an der Oberfläche oder im Innern von Getreidekörnern auftreten, keine wesentliche Bedeutung für die Erhaltung des Rostes von einem Jahre auf das andere zukomme. Beauverie möchte freilich die Frage noch nicht für entschieden halten. — Auch für Uromyces Betae glaubt Eriks-

son (4a) das Wiederauftreten an überwinterten infizierten Stöcken nicht auf die Erhaltung durch Uredosporen oder Mycel zurückführen zu können, besonders da in Versuchen, die er ausgeführt hat, die ersten Uredolager erst Ende August bemerkt wurden. Auch die Überwinterung durch Teleutosporen hält er nicht für das Gewöhnliche, da man bei diesem Pilze nur sehr selten Aecidien findet; er nimmt vielmehr auch hier seine Mykoplasmatheorie zu Hilfe. — Bekanntlich war es Puccinia Malvacearum, an der Eriksson im Jahre 1911 diese Theorie besonders ausführlich zu begründen suchte, indem er ausführte, daß die Erhaltung dieses Pilzes von einem Jahre auf das andere nicht durch die Teleutosporen erfolgen könne, weil diese ihre Keimfähigkeit den Winter über nicht bewahren und weil bei einer solchen Überwinterung die Krankheit zu Beginn des Frühjahrs und nicht erst nach einer längeren rostfreien Periode wiedererscheinen würde. Die Überwinterung und die Verbreitung des Pilzes ist vielmehr auf einen in den perennierenden Teilen der Nährpflanze bzw. in den Samen enthaltenen Krankheitskeim, das Mykoplasma, zurückzuführen, der dann in einem bestimmten Zeitpunkte einen plötzlichen Krankheitsausbruch in Form gleichmäßig verteilter Sporenlager zur Folge hat. In der Periode, die diesem Ausbruche vorausgeht, entsteht aus dem Mykoplasma ein »Promycel« das den Vorläufer des Myceliums darstellt. Was endlich die Entstehung des Mykoplasma anbelangt, so soll es nach Eriksson aus besonderen Teleutosporen hervorgehen, die statt Basidien und Basidiosporen Keimschläuche mit kettenförmig abgeschnürten Konidien bilden. — An allen diesen Punkten setzt nun die Kritik an und zwar diente als Grundlage für dieselbe auch wieder Puccinia Malvacearum, die seit Erikssons Arbeit auch sonst ein Hauptversuchskaninchen bei biologischen Beobachtungen an Uredineen geworden ist. Klebahn (14) und Hecke (10) halten, gestützt auf ihre Untersuchungen, an der Überwinterung des Malvenrostes durch die Teleutosporen oder das Teleutosporenmycel fest: Ersterer fand noch Ende März auf einer überwinterten Pflanze ausgezeichnet keimfähige Teleutosporen und letzterer stellte fest, daß die Teleutosporen jedenfalls 3 Monate lang keimfähig bleiben können, daß sie ferner noch bei einer Temperatur von + 1° C reichlich auskeimen; er schließt daraus, »daß auch in der Natur während des Winters Keimung eintreten kann, wenn die Temperatur über 0° C steigt«. Heckes Versuche zeigten ferner, daß bei Temperaturen zwischen 1,2 und 2,8° C auch Infektionen erfolgen können, und wenn durch niedrige Temperatur das Mycel am Fruktifizieren verhindert wird, so kann es mehrere Monate hindurch im Blatte latent bleiben. Demnach würde sich nach Hecke die Überwinterung der Puccinia Malvacearum ohne

Zuhilfenahme des Mykoplasma in folgender Weise gestalten: »Teleutosporen werden bis spät in den Winter gebildet. Der Frost schädigt keineswegs die Teleutosporen, so daß sie am Leben bleiben, um sofort bei Eintritt höherer Temperatur zu keimen: allerdings bedürfen die Sporen nach meinen Untersuchungen nur sehr geringe Temperatur zur Keimung. Es kann also bei Tauwetter während des Winters Keimung eintreten; dann finden aber auch Infektionen an den nicht erfrorenen Blättern statt, und diese Infektionsstellen bleiben latent bis zum Eintritt wärmeren Wetters. In kälteren Gegenden mit dauerndem Winterfrost werden also die Teleutosporen selbst überwintern, in wärmeren Gegenden werden während des Winters Neuinfektionen eintreten und das Mycel wird die Überwinterung übernehmen«. Referent freut sich speziell darüber, daß seine schon 1898 ausgesprochenen und seither aufrecht erhaltenen Vorstellungen über das Überwintern der Puccinia Malvacearum durch die Teleutosporen nicht so unhaltbar sind, wie es Eriksson ausspricht. — Was sodann den Krankheitsausbruch nach einer längeren rostfreien Periode anbelangt, den Eriksson auf das Mykoplasma zurückführt, so betont Klebahn (14), daß das Verhalten von Sämlingen, die er beobachtete, viel mehr einem allmählichen Umsichgreifen des Pilzes durch von außen kommende Infektion entspricht, als einem plötzlichen Ausbruch aus dem Inneren. — Bildungen, die dem Erikssonschen »sekundären Promycel« entsprechen sollen, beschreibt G. Haase-Bessell (9), aber nach ihr entstehen sie nicht aus einem Mykoplasma, sondern aus alten Mycelien, in welchen die Kerne in neue Teilungen zu treten beginnen. — Was endlich die Annahme anbelangt, es seien besondere oidienartig auskeimende Teleutosporen, aus denen das Mykoplasma hervorgehe, so wird sie durch neue Beobachtungen von Dietel (3a), sowie solche von Hecke (10) und Klebahn (14) widerlegt, nach denen die verschiedene Form der Teleutosporenkeimung von der Wasserzufuhr abhängt. Eine Meinungsverschiedenheit zwischen diesen Autoren besteht allerdings insofern, als Klebahn den oidienartigen Zerfall der Keimschläuche auf gesteigerte Wasseraufnahme zurückführt, während Dietel und Hecke ihn im Gegenteil als ein Zeichen der Turgorverminderung ansehen.

Mit diesen letzten Punkten sind wir bei der Besprechung der Abhängigkeit der verschiedenen Entwicklungsvorgänge der Uredineen von äußeren Faktoren angelangt: Klebahn (14) untersuchte für Uredineen, deren Teleutosporen auf eine Winterruhe angewiesen sind, die Einwirkungen, welche das Eintreten der Keimfähigkeit dieser Sporen bedingen. Er kommt dabei zu folgenden Schlüssen: Der für das Zustandekommen der Keimfähigkeit wesent-

lichste Faktor ist das wiederholte Durchtränken der Sporen mit frischem Wasser. Es ist am wirksamsten, wenn es mit Austrocknen abwechselt, doch scheint das Austrocknen nicht ein unbedingt notwendiger Faktor zu sein; auch ständig in Wasser gehaltene Sporen wurden zuletzt keimfähig, wenn das Wasser erneuert wurde. Die winterliche Kälte ist weder ein notwendiger Faktor für das Zustandekommen der Keimfähigkeit, noch scheint sie einen fördernden Einfluß auf dasselbe auszuüben. Dagegen wäre es möglich, daß sie die Keimung zurückhält, wenn durch die Wirkung der andern Faktoren die Keimfähigkeit eingetreten ist, oder daß sie das Eintreten der Keimfähigkeit selbst verzögert. — Für das Eintreten der Keimung der Teleutosporen von Puccinia Malvacearum ist außer der Zufuhr von Wasser besonders auch die Luftfeuchtigkeit entscheidend: Dietel (3a) stellt fest, daß, wenn diese nur 96 % betrug, die Keimung unterblieb. Letztere trat erst normal ein, wenn durch Bedecken mit einer Glasglocke die Luftfeuchtigkeit auf 100 % gebracht wurde. Dies dürfte nicht nur für den Malvenrost, sondern ganz allgemein für die Leptoformen gelten, für die also die günstigsten Keimungsverhältnisse bei andauerndem Regenwetter oder in Nächten mit stärkerer Abkühlung der Luft gegeben sind. Für die Basidiosporen (von Puccinia Malvacearum) ergaben Dietels Versuche, daß ihre Keimfähigkeit in Luft, die nicht mit Wasserdampf gesättigt ist, ganz erheblich beeinträchtigt wird, und daß die Dauer der Zeit, welche zu einem gänzlichen Erlöschen der Keimfähigkeit führt um so geringer ist, je weiter der Feuchtigkeitsgrad sich vom Sättigungspunkt entfernt. Aber auch bei 100 % Luftfeuchtigkeit erlosch die Keimfähigkeit nach 16—18 Stunden. Damit stehen auch Beobachtungen von Hecke (10) im Einklang. — Über die Krümmungsbewegungen von Sporenkeimschläuchen unter Einwirkung von Reizen führte Robinson (20) Versuche aus. Basidiosporenkeimschläuche der Puccinia Malvacearum, die man in Wassertropfen mit Blattfragmenten zusagender oder nichtzusagender Pflanzen zusammenbrachte, wurden in ihrer Wachstumsrichtung nicht beeinflußt. Wohl aber erwiesen sie sich als ausgesprochen negativ heliotropisch, während die Aecidiosporenkeimschläuche von Puccinia Poarum sich der Einfallsrichtung des Lichtes gegenüber indifferent verhielten. Blattstücke drüsiger Pflanzen (Pelargonium, Eucalyptus, Primula) beeinträchtigten die Keimung der Basidiosporen von Puccinia Malvacearum.

Bei Ausschließung der Winterruhe bei Euphorbia Cyparissias gelang es Tischler (23) das Aecidienmycel von Uromyces Pisi daran zu hindern, bis zwischen die meristematischen Zellen der Vegetationspunkte vorzudringen. Infolgedessen unterblieb auch jede formative Wirkung des Pilzes auf die Blätter und Sprosse des Wirtes; die Krankheit blieb

in solchen Individuen latent, konnte aber bei Einschaltung einer normalen Ruheperiode wieder zum Ausbrechen gebracht werden. Im Anschluß an Versuche von MacDougal spricht Tischler die Vermutung aus, daß Schwankungen im osmotischen Drucke bei den Zellen des Wirtes und Parasiten das eigentümliche Verhalten des letztern erklären könnten. — Ein bestimmter, zwischen zwei noch festzustellenden Grenzen liegender osmotischer Druck der befallenen Gewebe ist nach einer von Blaringhem (2) aufgestellten, aber nicht näher begründeten Hypothese auch für das Eintreten der Sporenbildung von Puccinia Malvacearum maßgeblich. Indirekt hängt daher der Zeitpunkt der Sporenbildnng auch ab von den äußeren Verhältnissen, die den osmotischen Druck der Gewebe beeinflussen. Diese Hypothese würde auch eine Erklärung dafür abgeben, daß beim Getreide zwei Perioden besonders starken Rostausbruches zu konstatieren sind: die eine kurz vor der Blütezeit, die andere nach der Ährenbildung (épiaison).

Heteroecie. Tranzschel (24), dem wir schon aus früheren Jahren sehr interessante Beobachtungen über den Wirtswechsel der Uredineen verdanken, stellte die unerwartete Tatsache fest, daß der bekannte Getreiderost Puccinia simplex auf Hordeum vulgare sein Aecidium auf Ornithogalum umbellatum bildet. Er fand ferner, daß Puccinia Hemerocallidis auf Hemerocallis minor und Aecidium Patriniae auf den Valerianaceen Patrinia rupestris und scabiosifolia zusammengehören. Zu den verschiedenen bereits bekannten Polygonum und Umbelliferen bewohnenden Puccinien fügt derselbe Autor noch Puccinia nitidula hinzu mit Teleutosporen auf Polygonum alpinum und Aecidien auf Heracleum sibiricum. Endlich zeigt Tranzschel, daß neben den Stipa bewohnenden Puccinien, die auf Labiaten übergehen, auch eine solche existiert, deren Aecidium auf Sedum lebt: Puccinia Stipae sibiricae mit dem Aecidium Sedi-Aizoontis auf Sedum Aizoon; es scheint aber außerdem noch eine andere Rasse dieser Puccinia zu geben, deren Aecidienwirt Libanotis montana ist, doch hat Tranzschel dies noch nicht experimentell bewiesen. — In Schwedisch Lappland machte es Thore Lindfors (18) durch Versuche wahrscheinlich, daß es auch eine Salixbewohnende Melampsora (M. lapponum) gibt, die ihr Caeoma auf Viola epipsila bildet. — Von der Regel, nach welcher die heteroecischen Gymnosporangien ihre Aecidien auf Pomoideen ausbilden, waren schon früher durch Arthur und Kern zwei auffallende Ausnahmefälle bekannt gemacht worden: G. exterum (Aecidien auf der Spiraeoidee Porteranthus) und G. speciosum (Aecidien auf Philadelphus und Fendlera). Zu diesen Ausnahmen gesellt sich nun nach Versuchen von Fromme (6a) noch als dritte das Gymnosporangium Ellisii,

indem es seine Aecidien auf den Myricaceen Myrica carolensis und M. cerifera zur Entwicklung bringt, also auf Vertretern einer Familie, die mit den Rosaceen in keiner näheren Verwandtschaft stehen. — Neben diesen neuen Fällen von Wirtswechsel wurde durch Infektionsversuche unsere Kenntnis der heteroecischen Uredineen auch noch insofern erweitert, als die Zahl der für die einzelnen Arten bekannten Wirte eine Vermehrung erfuhr. Ohne auf Einzelheiten einzutreten, verweisen wir besonders auf die Mitteilungen von Tranzschel (24) und Treboux (25). Aus letzterer sei nur erwähnt, daß die vom Ref. provisorisch als Puccinia Sesleriae coeruleae bezeichnete Puccinia ihr Aecidium auf Berberis ausbildet und somit ganz einfach in den Kreis der Puccinia graminis gehört. — Nach Beobachtungen im Grafrather Versuchsgarten führt von Tubeuf (28) neben den bisher bekannten Pinus Cembra, Strobus, Lambertiana, monticola und flexilis auch Pinus Peuce als Aecidienwirt von Cronartium ribicola an.

Besonderes Interesse gewähren immer wieder die Untersuchungen über die Fälle von extremer Pleophagie, wie sie bekanntlich besonders für Cronartium asclepiadeum, Coleosporiumarten und für Puccinia Isiacae festgestellt sind. Für die beiden ersteren bringt Klebahn (14) eine eingehendere Darstellung seiner neuen Versuche und Beobachtungen, deren Hauptergebnisse wir bereits in unserem letztjährigen Sammelreferate anführten. Er erzielte für Cronartium asclepiadeum neben den schon von früher her bekannten Wirten noch fernere positive Infektionsergebnisse auf Tropaeolum minus, majus, Lobbianum, canariense und auf Pedicularis palustris, so daß man jetzt für diese Uredinee als Teleutosporenwirte Vertreter von nicht weniger als 8 Gattungen aus 7 verschiedenen Familien kennt. Für die Coleosporien erhielt Klebahn auf Schizanthus und Tropaeolum folgende Resultate:

Mit Sporen von	Ergebnis der Infektion auf		
	Schizanthus	Tropaeolum minus	Tropaeolum majus
Coleosporium Euphrasiae	+	—	
Coleosporium Melampyri	+	—	
Coleosporium Campanulae			
f. sp. rapunculoidis	+	+	
f. sp. rotundifoliae	+	+	
f. sp. Trachelii	+	+	Mycel
Coleosporium Tussilaginis	+	+	—
Coleosporium Senecionis	meist —	+	—
Coleosporium Sonchi	—	—	

Sehr interessant ist nun die fernere von Tranzschel (24) gemachte Feststellung, daß auch die dritte bekannt gewordene pleophage Uredinee,

Puccinia Isiacae — bei der aber bekanntlich im Gegensatz zu den beiden andern die Aecidiengeneration Vertreter sehr verschiedener Familien befällt — auf Tropaeolum majus übergeht. Man gewinnt aus diesen Tatsachen den Eindruck, daß diese Erscheinung nicht nur auf einer eigentümlichen sprunghaften Wirtswahl von Seiten des Pilzes begründet ist, sondern auch darauf, daß es phanerogamische Pflanzen gibt, die geeignet sind als Sammelwirte zu dienen für Parasiten, die sonst nicht auf der gleichen Pflanze zu gedeihen vermögen.

Für die autoecische hochalpine Puccinia Dubyi stellte sich Ref. (5) die Frage, ob sie auf Androsace-Arten aus verschiedenen Sektionen spezialisiert sei und findet, daß sie von Vertretern des Subgenus Aretia auf solche des Subgenus Chamaejasme übergeht. Ihr Mycel vermag von den befallenen Blattrosetten aus die Achsen der sekundären Sprößchen zu durchziehen und auf deren Blättern Sporenlager zu bilden.

Zur Erklärung der verschiedenen Empfänglichkeit verschiedener Pflanzen-Species und -Individuen gegenüber verschiedenen Parasiten müssen in erster Linie chemische Verschiedenheiten der ersteren in Betracht gezogen werden. Heske (11) äußert darüber Gedanken, von denen wir einige nach seiner Zusammenfassung wörtlich wiedergeben: »1. Durch die Isomerenbildung der im Organismenreich bei weitem überwiegenden asymmetrischen C-Verbindungen ist die Möglichkeit einer individuellen Verschiedenheit gegeben dadurch, daß die hierzu nötige Zahl verschiedener chemischer Verbindungen theoretisch möglich ist. 2. Die Tatsache, daß ein jeder Organismus die von außen aufgenommenen Nährstoffe nicht unverändert übernimmt, sondern diese immer erst abbaut und aus den Elementarbestandteilen seine eigenen Stoffe formt, erhebt die sub 1 gegebene Möglichkeit zur Gewißheit. 3. Die Tatsache, daß die parasitären Pilze mit überaus von bestimmten Stoffen abhängigen Fermenten arbeiten erklärt in Kombination mit der sub 2 dargestellten Spezifität der individuellen chemisch-physiologischen Struktur der Wirte, die Spezialisierung der Pilze auf bestimmte Wirte. 4. Die Tatsache, daß Fermente bei Gebrauch stärker, bei Nichtgebrauch schwächer, schließlich gar nicht entwickelt werden, erklärt die Tatsache, warum die Parasiten um so mehr die Fähigkeit verlieren, verschiedene Wirte zu befallen, je länger sie auf einzelnen bestimmten zu parasitieren gezwungen sind«. — Konkrete Anhaltspunkte für das Verständnis der Wirtswahl könnten vielleicht speziell auch die neueren, mit Hilfe der Serumdiagnostik ausgeführten Untersuchungen über Eiweißkörper Beiträge bringen. Thöni und Thaysen (22) zeigten, daß das in den Getreidearten Roggen, Weizen und Gerste enthaltene Eiweiß in zahlreiche verschiedene Eiweißkörper zerlegt werden kann und sprechen die Vermutung aus, daß

die Wirtswahl der auf diesen Getreidearten lebenden Parasiten auf das Vorhandensein oder Fehlen gewisser für diese Organismen nötigen Eiweißstoffe zurückgeführt werden könnte. Bekanntlich verhalten sich ja diese 3 Pflanzen in ihrer Empfänglichkeit gegenüber den einzelnen biologischen Rassen oder Arten gewisser Uredineen und Ustilagineen, mehr oder weniger verschieden.

Man hat auch die Frage diskutiert, ob nicht die Pflanzen imstande seien Antitoxine gegen Rostpilze zu bilden. Dieser Punkt ist speziell für Cronartium ribicola erörtert worden. Bekanntlich muß angenommen werden, es sei dieser Parasit ursprünglich in der alten Welt einheimisch und sein ursprünglicher Aecidienwirt sei Pinus Cembra. Trotzdem aber befällt er viel leichter die amerikanische Pinus Strobus. Dies sucht sich nun Neger in seiner »Biologie der Pflanzen« durch die Annahme zu erklären, daß Pinus Cembra im Laufe der vielen Jahrtausende seit sie dieser Infektionsgefahr ausgesetzt ist, die Fähigkeit erworben hat, mit Erfolg dagegen anzukämpfen — und dies kann wohl nur durch ein selbsterzeugtes Antitoxin geschehen — während die, man möchte sagen ahnungslose, neu eingeführte Weymouthskiefer, die früher nie in die Lage kam sich gegen diesen Pilz zu wehren, ihm rettungslos anheimfiel«. Demgegenüber macht von Tubeuf (28) geltend, daß es bei der Art des Auftretens des Pilzes auf der Arve nicht recht verständlich ist wie sich Antifermente bilden sollen und wie die Eigenschaft solche zu bilden allmählich gelernt und fortgepflanzt werden soll; daß es vielmehr weit näherliegend sei anzunehmen, daß P. Cembra von jeher gegen den Pilz weniger disponiert war, während P. Strobus von vornherein sehr empfänglich ist, vielleicht deshalb, weil die zarten Sommersprosse lang und unbehaart sind, während sie bei P. Cembra kurz, in den Nadeln versteckt und mit Wollhaaren bekleidet sind.

Literatur-Verzeichnis.

1. Beauverie, J., Sur l'efficacité des germes de rouille contenus dans les semences des Graminées pour la propagation de la maladie. Comptes rendus de l'Académie des Sciences Paris. 1914. **158,** 1196—1198.
2. Blaringhem, L., Sur les causes de la sporulation des Rouilles et du Puccinia Malvacearum Mont. en particulier. Bulletin de la société botanique de France. 1914. **61,** 149—157.
3. Dietel, P., Kurze Notiz über die Kerne in den Teleutosporen von Uromyces Rumicis (Schum.) Wint. und Uromyces Ficariae (Schum.) Lév. Annales mycologici. 1914. **12,** 422—423.

3a. Dietel, P., Versuche über die Keimungsbedingungen der Teleutosporen einiger Uredineen. III. Centralbl. f. Bakt. etc. 2. Abt. 1914. **42**, 698—705.

4. Eriksson, J., Sur l'apparition de sores et de mycélium de Rouille dans les grains des céréales. Compt. rend. de l'Acad. d. Sciences Paris. 1914. **158**, 1194—1196.

4a. —, Quelques études sur la maladie de la rouille des betteraves Uromyces Betae (Pers.) Kühn. Rev. gén. de Bot. 1914. **25** bis, 247 ff. 12 S. 8°.

5. Fischer, Ed., Beiträge zur Biologie der Uredineen. 6. Mycolog. Centralbl. 1914. **5**, 113—119.

6. Fromme, F. D., The morphology and cytology of the aecidium cup. The bot. Gaz. 1914. **58**, 1—35. pl. I and II.

6a. —, A new Gymnosporangial connection. Mycologia. 1914. **6**, 226—229.

7. Growe, W. B., The british rust fungi (Uredinales), their biology and classification. Cambridge University Press. 1913. 412 S.

8. Haak, Der Kienzopf (Peridermium Pini [Willd.] Kleb.), seine Übertragung von Kiefer zu Kiefer ohne Zwischenwirt. Untersuchungen aus dem mykologischen Laboratorium der Forstakademie Eberswalde. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen. 1914. **46**, 3—46. Taf. I und II.

9. Haase-Bessell, Gertraud, Zur Erikssonschen Mykoplasmatheorie. Ber. d. d. bot. Ges. 1914. **32**, 393—403.

10. Hecke, L., Versuche über die Biologie des Malvenrostes (Puccinia Malvacearum Mont.). Mitt. d. landw. Lehrkanzel d. k. k. Hochschule f. Bodenkultur in Wien. 1914. **2**, 455—466.

11. Heske, Fr., Parasitäre Spezialisierung. (Ein biochemischer Erklärungsversuch.) Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen. 1914. **46**, 281—289.

12. Klebahn, H., Uredineen in Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. Leipzig 1914. **5a**, Pilze III, 69—904.

13. —, Aufgaben und Ergebnisse biologischer Pilzforschung. Vorträge aus dem Gesamtgebiet der Botanik, herausgeg. von d. d. bot. Ges. 1914. Heft 1. 41 S. 8°.

14. —, Kulturversuche mit Rostpilzen. XV. Bericht 1912 und 1913. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten. 1914. **24**, 1—32.

15. Kunkel, L. O., Nuclear behavior in the promycelia of Caeoma nitens Burrill and Puccinia Peckiana Howe. Amer. journ. of Bot. 1914. **1**, 37—47. pl. III.

16. Kurssanow, L., Über die Peridienentwicklung im Aecidium. Ber. d. d. bot. Ges. 1914. **32**, 317—327. Taf. VI.

17. Lind, J., Danish Fungi as represented in the herbarium of E. Rostrup. Copenhagen 1913. S. 275—343.

18. Lindfors, Thore, Aufzeichnungen über parasitische Pilze in Lule Lappmark. Svensk bot. tidskr. 1913. **7**, 39—57.

19. Moreau, Mme. F., Sur le prétendu trichogyne des Urédinées. Bull. de la société mycologique de France. 1914. **30**, 368—372.

20. Robinson. Wilfrid, Some experiments on the effect of external stimuli on the sporidia of Puccinia Malvacearum Mont. Ann. of bot. 1914. **28**, 331—341.

21. Sydow, H. et P., Monographia Uredinearum. Pucciniaceae-Melampsoraceae. Lipsiae. 1914. **3**, Fasc. 2, 193—416.

22. Thöni, J. und Thaysen, A. C., Versuche zur Herstellung von spezifisch wirkenden Getreideantiseris für den Nachweis von Mehlverfälschungen. Zeitschr. f. Immunitätsforschung und experimentelle Therapie. 1914. **23**, 83—107.

23. Tischler, G., Über latente Krankheitsphasen nach Uromyces-Infektion bei Euphorbia Cyparissias. Bot. Jahrb. f. Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie. 1914. **50** (Supplementband), 95—110.

24. Tranzschel, W., Kulturversuche mit Uredineen in den Jahren 1911—1913. (Vorläufige Mitteilung.) Mykol. Centralbl. 1914. **4**, 70—71.

25. Treboux, O., Infektionsversuche mit parasitischen Pilzen. IV. Ann. mycologici. 1914. **12**, 480—483.

26. —, Überwinterung vermittels Mycels bei einigen parasitischen Pilzen. Mykolog. Centralbl. 1914. **5**, 120—126.

27. Trotter, Alex., Uredinales in Flora italica cryptogama Pars 1 Fungi. Rocca S. Casciano 1908—1914. Fasc. 4, 7, 12. 519 S. 8⁰.

28. von Tubeuf, C., Neuere Versuche und Beobachtungen über den Blasenrost der Weymouthskiefer. Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. 1914. **12**, 484—491.

Czapek, Fr., Biochemie der Pflanzen. Zweite umgearbeitete Auflage. Erster Band. Mit 9 Abbildungen im Text.

Jena, Gustav Fischer. 1913.

Das Erscheinen der Czapekschen Biochemie der Pflanzen wurde vor 10 Jahren von allen Seiten lebhaft begrüßt, fehlte es doch an einem Werke, welches das auf biochemischem Gebiete Geleistete zusammenfassend darstellte. Wie groß das Bedürfnis nach einem derartigen Werke war, geht daraus hervor, daß nicht nur die gesamte Auflage des Czapekschen Buches, sondern auch ein anastatischer Neudruck in kurzer Zeit vergriffen war. Inzwischen sind treffliche, zum Teil recht umfangreiche pflanzen- und tierbiochemische Sammelwerke erschienen, welche die Arbeitsmethoden nach allen Seiten hin erschöpfend behandeln oder verdienstvolle Zusammenstellungen des Tatsachenmaterials bieten.

Diese Werke haben das Czapeksche Buch nicht entbehrlich gemacht, sie haben jedoch den Verf. veranlaßt, eine weitgehende Umarbeitung vorzunehmen. Ganz abgesehen davon, daß die einzelnen Abschnitte auf den jetzigen Stand der Kenntnisse gebracht werden mußten, konnte, mit Rücksicht auf die vorhandene Literatur, Vieles weniger ausführlich behandelt und dadurch Raum gewonnen werden zur eingehenderen Darstellung einzelner Gebiete und zur Aufnahme neuer Abschnitte. Allerdings hat diese Umgestaltung zu einem wesentlich größeren Umfange des Werkes geführt, es wurde aber dadurch geradezu ein neues Buch geschaffen. Manche Darlegungen und Literaturangaben der ersten Auflage finden sich in der Neubearbeitung nicht mehr, die erste Bearbeitung behält daher den Quellenwert bis zu einem gewissen Maße bei.

Über die Anlage des Werkes geben am besten Angaben aus dem

Inhalte ein Bild. Der vorliegende erste Band umfaßt: Geschichtliche Einleitung. Das Substrat der chemischen Vorgänge im lebenden Organismus. Die chemischen Reaktionen im lebenden Pflanzenorganismus. Chemische Reizwirkungen. Die pflanzlichen Zuckerarten. Die Saccharide im Stoffwechsel der niederen Pflanzen und der Blütenpflanzen. Die photochemische Zuckersynthese in der Pflanze. Die Saccharide als Skelettsubstanzen des Pflanzenkörpers. Die Nahrungslipoide der Pflanzen. Die Cytolipoide der Pflanzen.

Wie aus diesen Angaben zu entnehmen ist, stellt der Verf. die physiologischen Gesichtspunkte in den Vordergrund. Die Art der Behandlung des Stoffes ist die referierende Darstellung. Mit bewunderungswürdigem Fleiße und anerkennenswerter Vollständigkeit ist das umfangreiche Tatsachenmaterial zusammenhängend verarbeitet. Ohne seine persönliche Ansicht aufzudrängen hat der Verf. das Geleistete kritisch gesichtet. Das Sichergestellte ist klar dargelegt, das Fragliche ist als solches gekennzeichnet und gleichzeitig wird auf die noch zu lösenden Probleme hingewiesen. Dadurch bietet das Buch, das zur Orientierung über pflanzenbiochemische Fragen und als Wegweiser zu den Quellen unentbehrlich ist, eine Fülle von Anregung. Der zweite Band des schönen Werkes soll noch im Laufe dieses Jahres erscheinen.

Oesterle.

Fruwirth, C., Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung. I. Bd. Allgemeine Züchtungslehre.

Vierter gänzlich umgearbeitete Auflage. Berlin. P. Parey. 1914. 8⁰. 442 S. 86 Textabb. 8 Taf.

Im zweiten bis fünften Bande des ganzen Handbuchs wird von Fruwirth selbst und von anderen Sachkennern die Züchtung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen im einzelnen dargestellt. Der vorliegende erste Band, von Fruwirth allein, enthält »die theoretischen Grundlagen der Züchtung« und allgemeines über »die Durchführung der Züchtung«. Vor allem werden die Ausdrücke für die verschiedenen Formenkreise der Kulturpflanzen (Linie, Varietät, Sorte usw.) auf Grund ausgebreiteter Literaturkenntnis und eigner Züchtungserfahrung scharf bestimmt. Dann finden die Vermehrung (ungeschlechtlich) und Fortpflanzung (geschlechtlich), die Pfropfbastarde, die Auslese und besonders ausführlich Variabilität und Vererbung Behandlung. Unter »Durchführung der Züchtung« bespricht der Verf. Auslese und Ausleseverfahren, Veredelungszüchtung und Neuzüchtung bei Fortpflanzung und Vermehrung, die Verwendung der Pfropfung und Vermehrung bei Züchtungsvorgängen,

Originalsaatgut, Betrieb der Züchtung (Hilfsmittel, Formen, Förderung des Betriebs), endlich kurz die Geschichte der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung.

Das Buch gibt eine vollständige, aber knappe und klare Übersicht aller in Betracht kommenden Fragen und Methoden, die auch der Botaniker, gerade weil sie von einem selbst züchterisch tätigen Vertreter der angewandten Wissenschaft herrührt, mit Nutzen gebrauchen wird.

Büsgen.

Meyer, A., Erstes mikroskopisches Praktikum. Eine Einführung in den Gebrauch des Mikroskopes und in die Anatomie der höheren Pflanzen.

3. Aufl., Jena, Gustav Fischer. 1915.

Das Büchlein liegt jetzt in der dritten Auflage vor (vgl. Bot. Zeitung, 1907, S. 221).

Der Verf. orientiert zunächst nur ganz kurz über die Zelle, beginnt dann mit den Zellwänden und geht alsbald zu der Behandlung der Monokotylenanatomie, dann zu derjenigen der Dicotyledonen über, und zwar bespricht er zunächst Wurzel und Sproß, dann erst das Blatt. Auf dieses Kapitel folgt die Anatomie der Früchte und Samen, dann erst wird der Vegetationspunkt und endlich die Zelle ausführlicher durchgearbeitet.

In das Ganze eingestreut sind eingehende Hinweise auf die in Anwendung zu bringende Technik. Dabei werden sowohl die einfachsten Handgriffe als auch die komplizierteren Färbungs- und Einbettungsmethoden besprochen. Daß der Hinweis auf die ersteren nicht versäumt wurde wird jeder erkennen, der sich mit Anfängern zu plagen hat.

Wegbleiben können hätte wohl auf Seite 7 die alte Mikroskopierlampe. Heute wird man doch der elektrischen Lampe, zumal derjenigen in Indrafassung, den Vorzug geben, um so mehr, als diese über dem Tisch hängt und auf diesem keinen Raum sperrt.

Die Anordnung des Materials ist ziemlich abweichend von derjenigen, welche Strasburger und andere empfohlen haben. Das ist natürlich kein Schaden und darüber kann man diskutieren. Immerhin ist mir zweifelhaft, ob es nicht besser wäre die einfacheren Blätter vor den komplizierteren Leitbündeln zu behandeln. Außerdem hätte wohl etwas mehr Berücksichtigung verdient die Blüte und vor allen Dingen die Samenanlage. Aber das sind natürlich diskutable Auffassungen, ohnehin wird ja jeder sein Praktikum nach eigenen Überzeugungen und örtlichen Bedürfnissen einrichten. Die Hauptsache ist, daß solche Praktika

mit Sorgfalt durchgeführt werden und dazu gibt das zweifellos gründliche Buch alle Anleitung. Oltmanns.

Karsten, G., und Schenk, H., Vegetationsbilder.

Jena, Gustav Fischer. 1912—1915.

10. Reihe, Heft 4. G. Senn, Tropisch-asiatische Bäume: 19. 20. Ficus bengalensis L. 21. 22. Brettwurzeln. 23. 24. Kauliflore Bäume.

Heft 5. H. v. Handel-Mazzetti, Mesopotamien: 25. Tigris-Au bei Mossul. 26a. Vegetation eines ausgetrockneten Wassergrabens im Talweg des Tigris. 26b. Unter der Nordkante des Dschebel Abd el Asis. 27. Vegetation auf dem Rücken des Dschebel Abd el Asis. 28. Gipssteppe bei der Quelle Sfaijan am Nordwestflusse des Dschebel Abd el Asis. 29a. Ufervegetation des brakischen Sees El Chattunije. 29b. Nackter Salzboden am See Chattunije. 30. Steinsteppe auf den Vorhügeln des Dschebel Sindschar.

Heft 6. H. v. Handel-Mazzetti, Kurdistan: 31. Eichenwälder (Quercus Brantii Lindl.) beim Dorfe Tumok. 32a. Crataegus orientalis Pall. an der Baumgrenze bei Kumik. 32b. Felsenvegetation niederer Gebirgslagen. 33. Polsterpflanzenvegetation der Hochgebirgszone. 34a. Prangos lophoptera Boiss, nahe dem Gipfel des Meleto Dagh. 34b. Hochstaudenflur in der Gebirgszone. 35. Gesteinflur nahe dem Gipfel des Ak Dagh. 36. Nivalvegetation unter dem Gipfel des Meleto Dagh.

Heft 7 und 8. L. Adamovic, Vegetationsbilder aus Dalmatien II: 37. Tamarix gallica am Meeresstrand. 38. Sonnige Felsentriften auf dem Marjan bei Spalato. 39. Grasige Felsentrift bei Ragusa. 40. Halbschattige Gartenmauern um Ragusa. 41. Sonnige litorale Felsen auf der Petka bei Ragusa. 42. Macchienränder bei Ragusa. 43. Cistus monspeliensis und Salvia grandiflora in Macchien. 44. Macchienränder auf dem Srgi bei Ragusa. 45. Seestrandföhren (Pinus halepensis) bei Gravosa. 46. Hecke von Rhus Coriaria bei Ragusa. 47. Paliurus-Hecke. 48. Ruderalpflanzen an unbebauten Stellen.

11. Reihe, Heft 1 bis 4. G. Gassner, Uruguay: 1. u. 2. Pampas. 2a. Eryngium paniculatum Cavan. 2b. Solanum chenopodifolium Dun. 3. Gynerium argenteum Nees. 4. Phytolacca dioica L. 5. Grenze zwischen Galeriewald und Pampas. 6. Galeriewald. 7. Schinus dependens Orteg. 8. Erythrina Crista-galli L. 9. Acacia Farnesiana. Willd. 10. Immergrüne »Monte«-artige Vegetation. 11. Cocos Romanzoffiana Cham. 12. Schwimmpflanzen der Wasserläufe. 13. Sierravegetation des Pan de Azucar. 14. Celletia cruciata. 15. Buschartige Sierravegetation. 16.

Dodonaea viscosa Jacq. 17. Opuntia Arechavaletai Speg. 18. Rapanea. 19. Nordabhang des Pan de Azucar mit Cocos Romanzoffiana. 20. Sapium haematospermum. 21. 22. Palmenwälder. 23a. Rohrsumpfvegetation. 23b. Wiesenmoorvegetation. 24. Dünenvegetation.

Heft 5. K. Domin, Vegetationsbilder aus Java: 25. Regenwälder des Gedeh. 26. Regenwald in der Schlucht des Salak. 27. Regenwald am Abhange des Gedeh. 28. Nebelwald oberhalb Kandang Badak. 29a. Asplenium nidus. 29b. Drymoglossum heterophyllum. 30. Alsophila glauca.

Heft 6 und 7. M. Rikli, und Ed. Rübel, Vegetationsbilder aus dem westlichen Kaukasus: 31—34. Der kolchische Niederungswald. 35—37. Die montanen und subalpinen Wälder. 38—39. Die Hochstaudenwiesen. 40—42. Alpenmatten.

Heft 8. J. Brunthaler, Vegetationsbilder aus Deutsch-Ostafrika: 43. Rand des Regenwaldes bei Amani. 44. Lichtung des Regenwaldes am Deremabache bei Amani. 45. Lichtung im Regenwalde. 46. Cyathea usambarensis. 47. Culeasia scandens. Dracena deremensis. 48. Ufer des Dodwebachs bei Amani.

12. Reihe, Heft 1. Rob. E. Fries, Vegetationsbilder aus Nord-Ost-Rhodesia: 1. Lichter Trockenwald. 2. Trockenwaldtypen am Bangweolosee. 3. Frühlingsvegetation in den Baumsteppen am Bangweolo. 4. Euphorbia media. 5. Galeriewald. 6. Papyrusformation.

Heft 2 und 3. Tobler-Wolff und Fr. Tobler, Vegetationsbilder vom Kilimandscharo: 7a. Der Lauf des Himo im Dschaggalande. 7b. Verwilderte Stellen des Kulturlandes. 8. Gürtelwald. 9. 10. Lobelia Deckenii Hemsl. 11. 12. Oberster Rand des Gürtelwaldes. 13. An der Grenze des Gürtelwaldes. 14. Grasflur oberhalb der Waldgrenze. 15. 16. Bergwiesen. 17. Helichrysum. 18. Schluchten.

Heft 4. K. Rechinger, Korfu: 19a. Asphodelus microcarpa. 19b. Quercus coccifera. 20. 21. Quercus coccifera. 22. Salvia triloba. 23. Urginea maritima. 24a. Euphorbia dendroides. 24b. Cistus salvifolius.

Heft 5. H. Schenk, Flechtenbestände: 25. Bartflechtenbestände. 26. Parmelia furfuracea. 27. 28. Cladonia alpestris, Cladonia silvatica und gracilis. 29. Stereocaulon alpinum. 30. Cora pavonia.

Heft 6. E. Uhle, Die Kautschukpflanzen Südamerikas: 31. 32. Hevea. 33. 34. Manihot. 35. Castilloa. 36. Hancornia.

Die Bilder sind wieder außerordentlich instruktiv, besonders auch deswegen, weil sie uns Gebiete vorführen, die bis dahin recht wenig bekannt waren; an einigen läßt die Schärfe zu wünschen übrig. Besonders schön sind die Bilder von Senn. Oltmanns.

Holmboe, J., Studies on the Vegetation of Cyprus. Based upon Researches during the spring and summer 1905.

Bergens Museums Skrifter. Ny Raekke. Bind I, No. 2. 1914. 344 S., 143 Abbild.

Vorliegender Band bietet einen förderlichen Beitrag zur Pflanzengeographie der Mittelmeerländer. Verf. verarbeitet darin die Ergebnisse eines mehrmonatlichen Aufenthaltes auf Cypern mit den Angaben früherer Botaniker zu einer zuverlässigen Monographie. Ohne die Flora der Insel durch überraschende Funde zu bereichern, bringt der vollständige Arten-Katalog, von manchen Neuheiten abgesehen, doch wesentliche Fortschritte, vor allem darin, daß Verf. auf die Sippen niederen Ranges, die auf der Insel vorkommen, größeren Wert legt, als seine Vorgänger, und die Florenliste überhaupt kritischer behandelt als sie.

Der Endemismus der Flora Cyperns bleibt nach wie vor weniger bedeutend als der von Kreta, aber Grisebach hat ihn stark unterschätzt: man darf ihn jetzt auf fast 70 Arten veranschlagen. Wenn Post angibt, die Endemiten beschränkten sich »fast ganz« auf die Gebirge, so scheint dies nicht zuzutreffen: Verf. kennt endemische Arten aus allen Stufen und aus den meisten Formationen.

Über die Vegetation Cyperns sind wir seit Unger und Kotschys schönem Buch unterrichtet; die Wälder der Insel haben auch späterhin noch mehrfach Darstellung gefunden. Verf. bringt die bekannt gewordenen Tatsachen in modernes Gewand, schildert die Vegetationsverbände, von denen er alle wichtigeren selbst gesehen hat, und geht ihren Bedingungen und gegenseitigen Beziehungen nach, soweit ein bemessener Aufenthalt dies gestattet. Manches Wichtige kann dabei eigentlich nur gestreift werden, so z. B. das Verhältnis der Segetalflora zur Wildflora, ein fesselndes Problem, das, wenn irgendwo, in den östlichen Mediterranländern gelöst werden muß. Verf. führt die enge Beziehung der segetalen zur wilden Flora darauf zurück, daß der Landmann in jenen Gebieten den Boden physikalisch und chemisch nur wenig verändert, wenn er ihn bestellt; offenbar ist damit jedoch nur eine Seite der Frage berührt.

In dem Abschnitt über die Wälder interessiert es, von den Wirkungen des neuerdings von den Behörden geförderten Waldschutzes zu hören: sie scheinen anzudeuten, daß die Holzarten der einst als waldreich gerühmten Insel auch heute noch ihre Kraft besitzen. Die Zypresse z. B., der Unger 1862 einen baldigen Untergang voraussagte, hat sich rasch erholt und verspricht, sich dauernd zu behaupten.

Selbst die Zeder, so beschränkt sie auch nur noch vorkommt, sieht gegenwärtig nicht unmittelbar bedroht aus.

Ein kurzes Kapitel über die Genetik der Flora geht auf die spättertiären Landverbindungen ein, die das Übergewicht der östlichen Elemente auf Cypern erklären. Wieweit in jüngerer Vergangenheit eine »Pluvialzeit« auf die Pflanzenwelt eingewirkt hat, ist noch kaum zu sagen. Verf. neigt zwar dazu, anzunehmen, früher seien mesophile Elemente relativ stärker vertreten gewesen. Er hat nämlich am Kyrenaika-Paß einen quartären Kalktuff mit Blattabdrücken aufgefunden; darin ließen sich feststellen Smilax, Ficus carica, massenhaft Laurus nobilis, dann Platanus und Rhamnus oleoides, sämtlich Arten, die noch heute auf Cypern leben. Die Häufigkeit der Reste von Laurus aber, der gegenwärtig nur vereinzelt vorkomme, scheint ihm auf Lorbeerwald und damit größere Feuchtigkeit des Klimas zu deuten. Zwingend ist dieser Schluß natürlich in keiner Weise, denn aus dem Petrefaktengehalt der Lagerstätte läßt sich nicht ersehen, wie ausgedehnt der Baumbestand in Wahrheit gewesen ist und es wäre nicht ausgeschlossen, daß es sich um ein lokales, edaphisch bedingtes Vorkommen handelt; auch könnte ja die jetzige Zerstreutheit des Lorbeers mit der gewaltsamen Entwaldung der Insel zusammenhängen. Mit Recht also fordert Verf. auf, die Untersuchung jener Tuffe weiterzuführen; denn einstweilen läßt sich nicht übersehen, ob sie für die genetische Klärung der heutigen Flora in Betracht kommen.

L. Diels.

Mager, H., Versuche über Metakutisierung.

Flora N. F. 1914. **6**, 42—50.

Mager versucht die physiologische Bedeutung der metakutisierten Wurzelhaubenschicht, deren Vorkommen in den verschiedensten Klassen des Pflanzenreiches in Arbeiten von Müller (1906) und in den Veröffentlichungen des Referenten als regelmäßig wiederkehrende Veränderung im anatomischen Bau der Wurzel beschrieben wurden, experimentell zu klären. Er findet, daß Nährlösungen von höherem osmotischen Druck bei Versuchen mit Funkia imstande sind die Metakutisierung hervorzurufen. So zeigte ein in eine 20 proz. Kochsalzlösung eingestelltes Rhizomstück nach 7 Tagen eine deutliche und vollständige Metakutisierung der Wurzelspitzen. Da solche stark konzentrierte Nährlösungen physiologisch trocken sind, so müßte in trockenen Böden auch eine Metakutisierung eintreten. Das zeigte sich in der Tat bei trocken gehaltenen Rhizomstücken. Ebenso trat die Metakutisierung in der feuchten

Kammer schnell ein, Zufuhr von Wasser führte Sprengung der Abschlußschichten herbei.

Ähnliche nicht veröffentlichte Beobachtungen konnte der Referent an den Atemwurzeln von jungen Pflanzen von Taxodium distichum machen. Die negativ geotropischen Atemwurzeln zeigten im Juni ebenfalls deutlich eine Metakutisierung, wenn die Pflanzen trocken gehalten wurden.

Nach Mager wäre die normalerweise im Erdboden eintretende Metakutisierung der Wurzelspitzen ein Schutz gegen Wasserverlust angesichts der physiologischen Trockenheit, der im Winter infolge niederer Temperaturen die Wurzeln ausgesetzt sind. Plaut.

Tischler, G., Die Periplasmodiumbildung in den Antheren der Commelinaceen und Ausblicke auf das Verhalten der Tapetenzellen bei den übrigen Monokotylen.

Jahrb. f. wissen. Bot. 1915. **55**, 53—90.

Trotz der zahlreichen früheren Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Antheren, war bisher ein sicheres Urteil über die Frage der Periplasmodiumbildung nicht möglich. Da Verf. zufällig bei Commelina coelestis kernreiche Plasmamassen zwischen den Pollenkörnern beobachtete, untersuchte er diese Pflanze genauer und von da ausgehend eine Anzahl Monokotylen und Dikotylen, so weit es nötig war, um einen Einblick in die Verhältnisse der Periplasmodiumbildung zu bekommen.

Commelina coelestis zeigte den typischen Verlauf der Periplasmodiumbildung: In den Tapetenzellen werden frühzeitig Zellkerne gebildet (meist zwei Kerne), die unter Chromatinanhäufung das Aussehen lebhaft funktionierender Drüsenkerne erhalten. Während der Synapsis der Pollenmutterzellen beginnen die Tapetenzellwände sich an einzelnen Stellen aufzulösen. Durch Verschmelzung der nackt gewordenen Tapetenprotoplasten entstehen zuerst Nester von Syncythien; dann, zur Zeit der Tetradenteilung, sieht man, daß Plasma und Zellkern unter amöboiden Bewegungen in die Spalten zwischen den Pollenmutterzellen einwandern und dort zu einer einheitlichen Plasmamasse zusammenfließen. Das Plasma nimmt in dem Raume des Pollensacks in gleichem Schritte wie dieser sich vergrößert an Masse zu. Dabei ist weder Fusion noch Teilung von Kernen zu beobachten. Die Kerne verlieren in dieser Zeit den Charakter als »Drüsenkerne« und werden zu chromatinarmen, aber nicht senil erscheinenden, Ruhekernen.

Ein entsprechendes Verhalten wie Commelina coelestis zeigen Rhoeo discolor, Tradescantia fluminensis und T. virginica.

Stichproben bei anderen Monokotylen lehrten, daß auch bei den Helobiern Aponogeton distachyus, Butomus umbellatus und Potamogeton natans typische Periplasmodien gebildet werden. Nur Alisma Plantago verhält sich etwas abweichend: Hier bleiben nach der Auflösung der Zellulosewände der Tapetenzellen und nach deren Einwanderung zwischen die Pollenkörner die Hautschichten der Tapetenprotoplasten noch erhalten; es wird eine zwar kompakte, aber nicht mehr morphologisch einheitliche Einbettungsmasse für die Pollenkörner gebildet. Jedoch sind, und das ist besonders zu beachten, die Kerne in diesem Einbettungskörper noch chromatinreich und drüsenartig wie bei echten Periplasmodien.

Periplasmodiumähnliche aber doch andersartige Bildungen deckten die Untersuchungen des Verf. auch bei anderen Monokotylen auf. Bei Sparganium ramosum z. B. entwickelt sich, wenn auch spät, eine zusammenhängende stark vakuolige Plasmamasse zwischen den jungen Pollenzellen. Die Tapetenkerne werden jedoch nicht mehr zu Drüsenkernen umgewandelt, sondern degenerieren und lassen sich in gefärbten Präparaten kaum mehr von den Plasmamassen unterscheiden.

Ungefähr ebenso verhalten sich die untersuchten Bromeliaceen (Cryptanthus bivittatus und C. acaulis). Hier kommt aber noch die Eigentümlichkeit hinzu, daß die Pollenkörner, ehe das degenerierende Plasma der Tapetenzellen zwischen die Pollenkörner gerät, in mächtige Schleimmassen eingebettet werden. Dieser Schleim, dessen Entstehung nicht verfolgt werden konnte, wird, wie übrigens in allen Fällen auch das Plasma und die Kerne der Tapetenzellen, schließlich resorbiert.

Von Dikotylen prüfte Verf. zwei Beispiele, die nach den Literaturangaben die Bildung eines Periplasmodiums möglich erscheinen ließen: Nymphaea alba und Sylphium laciniatum. In beiden Fällen waren wieder nur Zwischenstadien, ähnlich denen von Cryptanthus, vorhanden.

Die Untersuchungen des Verf., im Verein mit seiner Kritik früherer Arbeiten, lassen keinen Zweifel darüber, daß echte Periplasmodien bei Monokotylen und Dikotylen viel seltener vorkommen als bisher angenommen wurde. Nach T.s Beobachtungen und nach den von ihm geprüften Literaturangaben finden sie sich nur bei Spathifloren, Helobiern und Commelinaceen. Bei den Dikotylen ist bis jetzt kein sicherer Fall von Periplasmodiumbildung nachzuweisen.

Es ist wohl möglich, daß, wie Verf. im Hinblick auf die von ihm festgestellte Verbreitung meint, bei weiteren Untersuchungen die Bildung typischer Periplasmodien systematische Bedeutung gewinnen kann. Schließlich sei noch erwähnt, daß Tischler mit Recht den Unterschied

zwischen typischen Periplasmodien und solchen Einbettungsmassen betont, bei denen die Tapetenprotoplasten nicht mehr zu einer lebenden Einheit zusammenfließen und die Kerne degenerieren ohne chromatinreich zu werden. Diese letzteren Zwischenbildungen — die etwa als Pseudoperiplasmodien bezeichnet werden könnten — bieten offenbar besonderes Interesse, und mancherlei Punkte, wie die Bewegung der »behäuteten« Protoplasten, die Schleimbildung, die Bedeutung der Resorption usw. bedürfen hier noch der Aufklärung. Hannig.

Sharp, L. W., Spermatogenesis in Marsilia.

Bot. Gaz. 1914. **58,** 419—431. pl. XXXIII—XXXIV.

Verf. hatte früher (s. Ref. in dieser Zeitschr. 1912. **4,** 793) die Spermatogenese von Equisetum mit besonderer Berücksichtigung der »Blepharoplasten«-Frage eingehend untersucht und war zu der Überzeugung gekommen, daß — zum mindesten phylogenetisch — diese eigenartigen Körperchen mit den echten Centrosomen zusammenhängen. Jetzt wendet er sich zu Marsilia, die zwar bereits 1898 von Shaw und 1898 und 1899 von Belajeff gerade in dieser Hinsicht studiert war, über die aber manche Details ihm noch nicht klar erschienen.

Das eigenartigste Ergebnis, das zum Teil eine Bestätigung von Shaws Resultaten ist, besteht wohl unzweifelhaft darin, daß, während bei allen übrigen Gefäßkryptogamen, sowie den Moosen und Cycadeen nur in der letzten Spermatiden-Teilung die Blepharoplasten auftreten, bei Marsilia bereits in den früheren sich ähnliche Gebilde zeigen. In der ersten spermatogenen Mitose fehlen sie noch ganz und die Spindelenden sind unscharf, in der zweiten Mitose treten wenigstens in den Anaphasen »extremely small« Körner auf, deren Ursprung anzugeben unmöglich war. Ebenfalls konnte nicht klar gesehen werden, ob sie von Anfang an einheitlich waren oder sich aus mehreren Körnern zusammensetzten. Bald aber erreichen die nun sicher einheitlichen Körner eine beträchtlichere Größe, sie persistieren bis zur nächsten, der dritten Mitose, teilen sich dann, bewegen sich von dem Spindelpole fort und degenerieren dann schließlich im Plasma. Während der Anaphasen dieser Teilung erscheinen erst die neuen Blepharoplasten, ganz unabhängig von den alten, am Spindelpole. Diese funktionieren nun erst genau, wie wir das von den sonstigen Blepharoplasten wissen, während der nächsten Mitose und treten nach einer Teilung in die bekannten Beziehungen zur Spermatozoidentwicklung ein. Sie vakuolisieren sich dabei und zerfallen in Körnchen, welche sich in eine

Reihe lagern. Schließlich haben wir die vollständigen mehrfachen schraubenförmigen Bänder. Im reifen Spermatozoid zählt man ca. 8 Windungen. Von diesen werden die 3 bis 4 ersten nur vom Blepharoplastenbande ohne Mitwirkung des Kerns gebildet; die Cilien fehlen hier noch. Die übrigen Windungen lassen ein Zusammenwirken von Blepharoplast und Kern erkennen; Cilien sind nun vorhanden.

Verf. meint, gerade dieses zweimalige Auftreten von centrosomengleichen Gebilden in der Ontogenese spreche für die phylogenetische Herkunft der Blepharoplasten von den Centrosomen, um so mehr, als jedesmal typische Plasma-Strahlungen, ganz wie bei »echten« Centrosomen, zu beobachten seien. G. Tischler.

Christensen, H. R., Studien über den Einfluß der Bodenbeschaffenheit auf das Bakterienleben und den Stoffumsatz im Erdboden. (Mitteilung aus: »Statens Planteavls Laboratorium«, Kopenhagen.)

Centralbl. f. Bakt. II. Abt. 1915. **43,** 1 ff.

Die umfangreichen Untersuchungen beschäftigen sich zunächst mit dem Vorkommen und der Verbreitung von Azotobacter im Boden, wobei sich herausstellte, daß der Organismus bei weitem nicht so verbreitet ist, wie die Mehrzahl früherer Forscher annimmt. Azotobacter kommt vielmehr so gut wie nie in sauren, selten in neutralen und regelmäßig nur in alkalischen Böden vor. Unter den Fällen, wo Azotobacter in nicht alkalischen Böden gefunden wurde, ist voraussichtlich eine Anzahl von zufälligen Vorkommen vorhanden. In basenfreien oder basenarmen Böden geht Azotobacter sogar bald zugrunde infolge Fehlens gewisser, für seine Lebenstätigkeit erforderlicher Stoffe, und nur die Gegenwart von Basen, am besten von basischen Kalk- und Magnesiaverbindungen, sichert die Erhaltung des Organismus. Mannitvergärende Bakterien finden sich in so gut wie allen Ackerböden, allerdings in sehr verschiedener Menge, die wesentlich vom Gehalt des Bodens an Kalk in einer den Mikroben zugänglichen Form bestimmt wird. An Peptonzersetzern ist Niederungsmoor reich, Hochmoortorf arm. Dieser enthält zudem Stoffe, die hemmend auf die Peptonzersetzung wirken, durch kohlensauren Kalk aber unwirksam gemacht werden. Von Mineralböden sind die basenreichen im allgemeinen reich an Keimen von Peptonzersetzern, die basenfreien arm. Hoher Phosphorsäuregehalt des Bodens ist der Peptonzersetzung sehr förderlich. Die zellulosezersetzende Fähigkeit roher Humusböden ist fast immer sehr gering und

wird nur bei Hochmoortorf durch Zusatz von kohlensaurem Kalk erhöht. Durch Zusatz von Phosphaten wird die Zellulosezerstörung allgemein gesteigert, während Ammonsulfat nur bei gewissen Hochmoorböden eine solche Wirkung ausübte. Hier dürfte der Grad der Zellulosezersetzung einen Maßstab für die Zugänglichkeit des Humusstickstoffs bieten. Während Impfung mit Zellulosezerstörern bei Niederungsmoortorf die Tätigkeit des Bodens nicht steigerte, war das bei Hochmoortorf vielfach der Fall. Dagegen erwies sich bei Mineralböden allein der chemische, nicht der biologische Zustand des Bodens als maßgebend für den Grad der zellulosezerstörenden Fähigkeit, und zwar hauptsächlich der Gehalt an kohlensaurem Kalk und an Phosphorsäure. In basischen Böden wurde übrigens auch mehrfach Hemmung der Zellulosezerstörung beobachtet, deren Ursachen noch dunkel sind. Das Vermögen der Salpeterbildung wurde nur bei rohem Hochmoortorf vermißt, dem die nitrifizierenden Bakterien fehlen. In allen anderen geprüften Böden, auch in Niederungsmoor, waren sie so reichlich vorhanden, daß bei Einimpfung gleicher Bodenmengen in gleiche Ammoniaksalzlösungen merkliche Unterschiede in der Geschwindigkeit der Nitritbildung nicht beobachtet werden konnten.

Die Untersuchungen zeigen durchgehend den großen Einfluß vom Gehalt des Bodens an basischen Kalkverbindungen und an Phosphorsäure auf das Bakterienleben und den Stoffumsatz.

Wegen der Einzelheiten muß auf die Arbeit selbst verwiesen werden. Das gilt insbesondere von den weitere Ausblicke eröffnenden Ausführungen über die »biologische« Bestimmung des Kalkbedürfnisses (Azotobacterprobe) und der Alkalikarbonate im Boden (Einfluß von Gipszusatz auf die Azotobacterentwicklung) sowie des Gehalts der Böden an leicht löslicher Phosphorsäure. Auch auf die Methodik kann hier nicht eingegangen werden. Behrens.

Czapek, Fr., Weitere Beiträge zur Physiologie der Stoffaufnahme in die lebende Pflanzenzelle. I. Über die Annahme von Lipokolloiden in der Plasmahaut.

Internat. Zeitschr. f. physik.-chem. Biologie. 1914. **1,** 108.

Der Verf. verteidigt in der Hauptsache seine bekannte Hypothese über die Oberflächenspannung der Plasmahaut gegenüber der ablehnenden Kritik Vernons (vgl. Biochem. Zeitschr. 51, 1913, S. 1). Schon Jost hat (Vorlesungen, 3. Aufl., S. 33) nach Ansicht des Ref. mit vollem Recht auf das all zu viele Hypothetische in den Grundlagen und Schlüssen der Czapekschen Theorie hingewiesen, und in der vor-

liegenden Mitteilung handelt es sich wieder fast nur um unsichere Deutungen und theoretische Erörterungen ohne neue Tatsachen, so daß eine kurze Wiedergabe unmöglich und wohl auch entbehrlich erscheint. Nur so viel sei bemerkt, daß der Verf. wie I. Traube bei der Aufnahme und Wirkung der Narkotika in erster Linie Adsorptionserscheinungen im Spiele glaubt. Daß manche Stoffe schon bei kleinerer Oberflächenspannung als 0,68 (nach der Czapekschen Rechnungsweise) giftig wirken, könne nicht gegen seine Hypothese ins Treffen geführt werden, sondern diese würde erst fallen, wenn von einem Stoffe bei höherer Oberflächenspannung die schädigende Wirkung vermißt werde. Dem, wie der Verf. zugibt, berechtigten, schweren, physikalischen Einwurf Vernons gegenüber, daß die Grenzflächenspannung Plasma — Wasser gar nicht aus den Grenzflächenspannungen, Narkotikum — Wasser und Wasser — Luft usw. berechnet werden könne, erklärt Czapek nunmehr, daß es sich für ihn gar nicht um dergleichen, sondern nur um eine »Vergleichung der Oberflächenaktivität der narkotischen Lösung mit der Oberflächenaktivität des Plasmas« gehandelt habe. Ref. vermag mit dieser ihn sehr überraschenden Erklärung weder den Inhalt noch auch nur den Titel jener Schrift des Verf. in Einklang zu bringen, welcher wörtlich lautete: »Über eine Methode zur direkten Bestimmung der Oberflächenspannung der Plasmahaut von Pflanzenzellen!« Es wird ja sogar der bestimmte (offenbar viel zu niedrige) Wert 0,68, die Spannung Wasser gegen Luft = 1 gesetzt, angegeben, was doch, da diese bekanntlich 0,074 g per cm beträgt, nur heißen kann, daß erstere gleich 0,050 g per cm sein soll!

Ruhland.

Wisselingh, C. van., Über die Nachweisung und das Vorkommen von Carotinoiden in der Pflanze.

Flora. 1915. N. F. 6, 371—432.

1. In der vorliegenden Arbeit hat der Verf. die in der botanischen Mikrochemie eingeführten Carotinreaktionen auf ihren Wert geprüft, einige neue wertvolle bekannt gemacht und an der Hand eines großen Versuchsmateriales hauptsächlich die Frage einer Untersuchung unterworfen, ob es nur ein Carotin gibt wie Kohl und Tammes behaupteten oder mehrere, wie der Referent und andere annahmen.

2. Unter den für die Ausscheidung des Carotins in Kristallform in Betracht kommenden hält Wisselingh die Kalimethode von Molisch für die beste und wichtigste. Sollte auch diese im Stiche lassen, so kann man nach Wisselingh auch da noch zu guten Resultaten kommen, wenn man die Objekte bei der Reaktion auf 70 bis 80° C erwärmt.

Der Verf. tritt der Behauptung von Tammes entgegen, daß die Blaufärbung von Carotin nach Behandlung mit Schwefelsäure durch sehr geringe Mengen Wasser verhindert werde. Er erhielt gerade die besten Ergebnisse mit einer Schwefelsäure, der etwas Wasser zugefügt war, z. B. mit einer $66^1/_2$-, 76-, $85^1/_2$- und 95prozentigen.

3. Gesättigte Lösungen von Antimonchlorür oder Zinkchlorid in 25proz. Salzsäure und eine gesättigte Lösung von kristallwasserfreiem Aluminiumchlorid in 38proz. Salzsäure werden vom Verf. als neue Reaktionen für Carotine empfohlen.

Antimonchloridlösung gibt bei gewöhnlicher Temperatur stets eine dunkelblaue Farbe. Zinkchloridlösung verhält sich meistens ebenso, wenn nicht, so nach schwacher Erwärmung. Aluminiumchlorid färbt die Carotine gleichfalls blau, doch muß es schwach erwärmt werden. —

4. Als Beweisgründe dafür, daß es mehrere verschiedene Carotine gibt, führt der Verf. folgendes an: Die mit dem Molischschen Reagens erhaltenen oder schon in der lebenden Zelle vorhandenen Carotinkristalle zeigen verschiedene Löslichkeitsverhältnisse. Besonders geeignet als Trennungs- und Unterscheidungsmittel der Carotinoide erwiesen sich verflüssigtes Phenol (10 g Teile Phenol und 1 g Teil Wasser) und Phenol in Glyzerin (3 g Teile Phenol und 1 g Teil Glyzerin).

Die erwähnten Kristalle verhalten sich aber auch gegenüber der Schwefelsäure von verschiedener Stärke, ferner gegenüber Chlorzinkjod, Jodjodkalium, Bromwasser, Salpetersäure und gegen Phenollösungen ungleich. —

In vielen Fällen sind zwei und mehr Carotinoide in ein und derselben Pflanze vorhanden. Der Verf. untersuchte 17 Blätter, 1 Blumenkelch und 16 Algen, und fand immer zwei Carotinoide, ein rotes oder orangerotes und ein gelbes oder orangegelbes. Unter 40 untersuchten Blattarten fand Wisselingh bei 14 je 2 Carotinoide, auch bei Früchten und bei dem Pilze Dacryomyces stillatus konnte er mehr als ein Carotinoid nachweisen.

Der Verf. kommt daher auf Grund seiner mikrochemischen und mikroskopischen Untersuchungen zu dem Schlusse, daß es nicht ein, sondern mehrere Carotinoide im Pflanzenreiche gibt, und das steht auch in Übereinstimmung mit den makroskopischen Untersuchungen Willstätters und seiner Schüler, die aus vier Objekten vier verschiedene Carotinoide abschieden. Molisch.

Otis, Ch. H., The transpiration of emersed water plants: its measurement and its relationships.

The. bot. gaz. 1914. **58,** 457—494. Mit 3 Fig. u. 14 Kurventafeln.

Der Verfasser vergleicht die Verdunstungsgröße einer unbewachsenen Wasserfläche mit der von gleich großen Wasserflächen, die mit über den Spiegel auftauchenden Pflanzen bestanden sind. Die Messung geschieht mit Hilfe großer eiserner Bottiche, die in das Wasser eines Sees eingesenkt sind. Der Wasserverlust, den ein Bottich erlitten hat, wird ermittelt durch Auffüllen des Wassers bis zu einer scharf einstellbaren Marke; die zum Auffüllen nötige Menge ist gleich dem Verlust.

Die Verdunstung ist nur bei dem mit Nymphaea odorata beschickten Gefäßen etwas geringer als bei den Kontrollen, die keine Pflanzen enthalten. Die übrigen Pflanzen erhöhen in Beständen von normaler Dichtigkeit die gesamte Wasserabgabe der Fläche, und zwar in folgender Reihenfolge: Scirpus americanus, Scirpus validus, Sagittaria latifolia, Sparganium eurycarpum, Acorus calamus, Pontederia cordata, Typha latifolia. Durch Typha ist die Gesamtverdunstung auf das Doppelte bis Dreifache erhöht gegenüber dem nicht bewachsenen Wasser. Die auf dem Wasser schwimmenden Blätter der Nymphaea bedecken eben einen großen Teil der Wasserfläche und verdunsten bei Nacht beträchtlich weniger, bei Tag nur wenig mehr als das freie Wasser. Die übrigen Pflanzen nehmen wenig von der Wasserfläche weg und heben dafür große verdunstende Flächen in die bewegteren oberen Luftschichten. Auch bei Nacht ist diese Steigerung der Verdunstung vorhanden, abgesehen von Nymphaea.

Es werden auch über die Verdunstungsgröße gleicher Blattoberflächen der verschiedenen Pflanzen Angaben gemacht und die Werte untereinander und mit dem für freies Wasser erhaltenen verglichen. Wie diese Zahlen berechnet sind, kann der Referent nicht recht herausfinden. Bei Nacht wäre danach die Verdunstung der Blattflächen immer beträchtlich geringer als die vom Wasserspiegel, tagsüber verdunsten gleiche Oberflächen von Sagittaria, Typha und Pontederia weniger, von Nymphaea und vor allem von den Scirpus-Arten mehr als die von Wasser. Daß die Verdunstung einer Blattoberfläche die des Wassers übertreffen kann, hängt natürlich mit den Bedingungen der Luftbewegung und der Erwärmung zusammen. O. Renner.

Doyer, Lucie C., Energy transformations during the germination of wheat-grains.

Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. 1914.

Bei der Keimung wird durch den Abbau der Reservestoffe fortgesetzt Energie frei: Dieselbe wird verbraucht zum Aufbau plastischen Materials, zur Gewinnung des osmotischen Druckes, zur Überwindung

äußerer und innerer Widerstände, und endlich zeigt sie sich als Wärmestrahlen.

Die vorliegende Arbeit hatte den Zweck die Beziehungen dieser verschiedenen Energieformen zueinander festzustellen und gliedert sich demzufolge in zwei Teile:

1. Die Bestimmung der Verbrennungswärme vor der Keimung und in Intervallen von je einen Tag nach der Keimung. Die Differenz ergab den Verbrauch durch die drei letztgenannten Energieformen.

2. Die Bestimmung der während der Keimung produzierten Wärmemenge.

Zu den ersten Versuchen wurde eine Berthelotsche Bombe verwandt. Das auf 100° vorher erhitzte Korn wurde darin verbrannt, und die Energie kalorimetrisch gemessen. Die dabei gefundenen Werte auf die Stunde und pro Kilogramm des Anfangsgewichtes berechnet, bringt die Tabelle weiter unten.

Die von den Keimlingen abgegebenen Wärmestrahlen wurden durch die Temperaturerhöhung eines über die Samen hinwegstreichenden Luftstromes von bestimmter Größe direkt gemessen. Wegen der hierbei unvermeidlichen Fehlerquellen gaben diese Untersuchungen nur Näherungswerte. Die auf diese Weise bei 20° gefundenen Werte auch auf Stunde und Kilogramm berechnet bringt die Tabelle zusammengestellt mit den Resultaten der obigen Versuchen, bei denen die Keimlinge auch bei 20° wuchsen.

Energieverlust pro Stunde und Kilogramm des Anfangsgewichtes in Kalorien.

Bei 20°	Abgegebene Wärmemenge	Energieverlust berechnet aus der Verbrennungswärme
Am zweiten Tag	—	83 Kal.
„ dritten „	710 Kal.	1417 „
„ vierten „	2143 „	2250 „
„ fünften „	2790 „	3833 „
„ sechsten „	—	4000 „
„ siebenten „	2869 „	7500 „

Allgemein ergeben die Untersuchungen folgende Resultate:

Der Energieverlust eines wachsenden Keimlings ist eine täglich wachsende Größe (die Keimlinge waren natürlich dunkel gehalten).

Auch die von dem Keimling abgegebene Wärmemenge nimmt, soweit die Beobachtung zeigt, täglich zu, bleibt aber hinter dem allgemeinen Energieverlust zurück. Bei verschiedenen Temperaturen steigt die Wärmeabgabe von 20 bis 35°, sinkt aber bei 40°.

Setzt man voraus, daß bei der Bestimmung der vorhandenen Energie nur aus der Verbrennungswärme keine oder nicht nennenswerte Fehler

unterlaufen, was anzunehmen ist, so gibt die Arbeit einen interessanten Ausblick auf die physikalischen Vorgänge bei der Keimung.

R. Stoppel.

Müller, G., Beiträge zur Keimungsphysiologie. Untersuchungen über die Sprengung der Samen- und Fruchthüllen bei der Keimung.

Jahrbücher f. wiss. Bot. 1914. **54,** 529—644.

Zu den neueren rein keimungsphysiologischen Arbeiten gesellen sich in der oben stehenden Veröffentlichung G. Müllers anatomisch-physiologische Untersuchungen über die spezielle Frage der Sprengung der Samen- und Fruchthüllen beim Keimungsprozeß. Ältere Beobachtungen früherer Autoren werden vom Verf. zur Aufstellung seiner verschiedenen Sprengungstypen mit verwendet.

Der erste Hauptteil der Arbeit gliedert die Samen je nach den bei der Sprengung wirksamen Kräften und ihrer Angriffsweise in vier verschiedene Haupttypen. Relativ selten ist Typus I, die Sprengung durch reinen Quellungsdruck. Die weitaus meisten Samen, vor allem diejenigen mit derben Samen- bzw. Fruchthüllen, gehören dem Typus II bis IV an, bei denen die Sprengung erst durch die Mobilisierung des in den Geweben herrschenden osmotischen Druckes gegen die umschließende Hülle, also durch Wachstumsdruck erfolgt, wobei Art und Weise der wachsenden Teile die Grundlage für die Einteilung abgibt.

An die Darlegung der verschiedenen Keimungstypen schließt sich als II. Hauptteil die Untersuchung der Samen- und Fruchtschalen hinsichtlich ihrer baulichen Einrichtungen, welche die Befreiung des Embryo begünstigen. Der III. Hauptabschnitt bringt die experimentelle Ermittelung der von wachsenden Samen hervorgebrachten Druckgrößen. Diese werden für die wachsenden Kotyledonen von Corylus avellana auf 3,3, für die wachsenden Endosperme von Ricinus communis und Pinus Pinea auf 3,1 bzw. 3,7 Atm. ermittelt.

Im IV. Abschnitt schließlich werden einige Frucht- und Samenschalen durch Zerreißversuche auf ihre Festigkeitsverhältnisse hin untersucht und festgestellt, daß die trockenen Schalen ihrer Zerreißung Widerstände entgegensetzen, welche die im III. Abschnitt gefundenen Druckwerte um ein Bedeutendes übertreffen. Das Sprengen der Schalen ist nur dadurch möglich, daß die Zerreißfestigkeit durch die dem Keimungsprozeß vorangehende Durchtränkung der Schalen mit Wasser eine bedeutende Herabdrückung erfährt, so daß nunmehr die Druckwirkung des wachsenden Samens den Widerstand der Schale zu übertreffen vermag.

Die eben gegebene Übersicht der Hauptergebnisse zeigt, daß die Müllersche Arbeit in bezug auf unsere Kenntnisse vom Sprengungsvorgang der Samenschalen in verschiedener Beziehung einen Fortschritt bedeutet. Vor allem gilt das für das eigentliche mechanische Problem; die seinerzeit von Pfeffer angegebenen technischen Hilfsmittel, Einbettung der Versuchsobjekte im Gipsverband, Feststellung des entwickelten Druckes mittels Dynamometer (Schraubklemme) werden mit geeigneten Modifikationen in weitgehendem Umfang und mit bestem Erfolg verwendet und führten zu den weiter oben skizzierten Ergebnissen. In bezug auf Einzelheiten muß auf die Originalarbeit verwiesen werden; aktiver und passiver Druck, Druckkraft und Widerlager, homogene Druckwirkung durch »plastisches Wachstum,« besondere Druckäußerung durch Keilgestalt des Samens, Keilwirkung der Wurzelspitze usw. alle diese Begriffe werden in zweckmäßiger Weise herangezogen und verwertet.

So werden die physikalisch-mechanischen Gesetzmäßigkeiten der Druckwirkungen beim Sprengungsprozeß der Samenschalen für eine Reihe von Samen in ziemlich eingehender Weise dargelegt. Daß die Zahl der ausführlicher untersuchten Samen nur eine beschränkte ist, erscheint mit der Umständlichkeit und gewissen Schwierigkeiten der Untersuchung genügend begründet. Wenn der Verf. es nun aber trotzdem unternommen hat, eine allgemeine Übersicht der verschiedenen im Pflanzenreich ausgebildeten Sprengungstypen zu geben, so suchte er dieses Ziel durch Heranziehung auch weniger umfangreicher Beobachtungen und älterer Literaturangaben zu erreichen. So erklärt es sich, daß die Durcharbeitung der verschiedenen vom Verf. aufgestellten Keimungstypen eine ungleichmäßige geworden ist, indem neben Abschnitten, welche die Ergebnisse eigener ausführlicher Untersuchungen enthalten, solche mit mehr gelegentlichen Beobachtungen stehen, ferner auch ziemlich umfangreiche Abschnitte, die eigentlich nur eine Referierung älterer längst bekannter Arbeiten darstellen, so z. B. der mit Abbildungen von Pfitzer und Tschirsch illustrierte Abschnitt über Fruchtschalen mit lokalen Austrittstellen für den Keimling.

Bei der Aufstellung der verschiedenen Sprengungstypen finden also die Angaben älterer Autoren zum Teil in umfangreicher Weise Verwendung, jedoch zeigt schon die vom Verf. gegebene Literaturübersicht, daß die einschlägige Literatur andererseits nicht vollständig herangezogen ist. Wenn z. B. der Verf. in Coix Lacrymae einen neuen besonderen Typus aufstellt, der durch deutliche, nicht verschlossene Öffnungen der Frucht oder Samenschale charakterisiert ist, durch die der Keimling ohne Hindernisse den Weg ins Freie findet, so sei hier auf die längst

bekannte Ausbildung eines »Keimmundes« bei den Samen von Calla palustris als ältere Beobachtung verwiesen (Raunkiaer).

Es kommt noch hinzu, daß einige der vom Verf. zitierten Arbeiten sich inhaltlich nicht voll berücksichtigt finden. Ref. verweist auf die vom Verf. vorgenommene Einordnung der Potamogetonarten in Gruppe 4 des IV. Keimungstypus des I. Hauptabschnittes, zu der die Angaben von Klebs und die Abbildungen von Irmisch in einem offensichtlichen, vom Verf. aber nicht aufgeklärten Widerspruch stehen. Ebenso unverständlich ist übrigens dem Ref. die Einordnung der Gramineenfrüchte, z. B. Triticum sativum in die gleiche Gruppe 4 des IV. Typus des I. Hauptabschnittes geblieben; denn hier erfolgt das Durchbrechen der Schale nicht, wie der Verf. angibt, »durch die Druckwirkung der wachsenden Wurzel, insbesondere der Wurzelspitze«, sondern bekanntlich durch die wachsende Wurzelscheide. Die Koleorrhiza durchbricht die Samen- und Fruchtschale, gegebenenfalls auch die Spelzen, stellt dann ihr Wachstum ein und wird nun ihrerseits vom Würzelchen durchbrochen.

Dieses letzte Beispiel möge zeigen, daß die vom Verf. durchgeführte Einteilung in Sprengungstypen Anspruch auf Vollständigkeit nicht machen kann. Der dankenswerte Fortschritt der Müllerschen Arbeit liegt eben nicht in seinem Versuch eines Systems der Sprengungstypen, sondern in der gründlichen Durcharbeitung der Mechanik des Sprengungsvorganges für einige bestimmte, vom Verf. näher untersuchte Samen.

Auf einen, dem Ref. unverständlich gebliebenen Widerspruch in den Angaben des Verf. sei noch hingewiesen. Auf Seite 532 wird Trigonella foenum graecum als Same angeführt, der durch Quellungsdruck des vorhandenen Nährgewebes, also nicht durch Wachstumsdruck gesprengt wird, indem »die Testa in unbestimmten Rissen aufplatzt, die ungeordnet über die Oberfläche verlaufen«. Die Samen »zeigen wenige größere undefinierte Risse in der Testa. Nunmehr stehen den mit ihrem Wachstum beginnenden Samenteilen keine Hindernisse mehr entgegen, um sich frei zu entfalten«. Auf S. 593 aber wird für Trigonella foenum graecum ausgeführt: »Die Frucht- oder Samenschale wird lokal durchstoßen von dem Druck des sich streckenden Embryos oder durch das von ihm passiv gepreßte Nährgewebe. An der Austrittsstelle entsteht nur eine rundliche Öffnung, die sich bei weiterem Längen- und Dickenwachstum der Keimwurzel, dank der Dehnbarkeit der durchbrochenen Schale nur vergrößert, ohne daß im ersten Akt der Keimung irgendwelche Risse entstünden«. Eine Aufklärung dieses Widerspruches wäre wünschenswert.

G. Gassner.

Lehman, E., Über Bastardierungsuntersuchungen in der Veronica-Gruppe agrestis.

Zeitschr. f. ind. Abstammungs- u. Vererbungslehre. **13,** 88.

Verf. hat seine interessanten Untersuchungen über die in systematischer Hinsicht schwierige Veronica-Gruppe agrestis fortgesetzt. Die vorliegende Arbeit bringt die Resultate zahlreicher Kreuzungs-Versuche, die das Verhalten verschiedener Eigenschaften wie Blütenform, -Farbe, Pentasepalie usw. illustrieren sollen. Es war nicht möglich, Bastarde zwischen Veronica Tournefortii als ♀ und mehreren anderen Arten wie agrestis, opaca und polita als ♂ herzustellen. Dagegen gelangen Kreuzungen zwischen den zwei Unterarten der ersten Art, V. Aschersonia und V. Corrensiana ganz gut. Diese Kreuzung bietet viel Interessantes. Während Blütenform und Blütengröße in F_1 intermediär sind, spalten sie in F_2 in zahlreiche Typen auf, die in F_3 erblich konstant sind, und jeder allenfalls nicht mehr variiert als die ursprünglichen Elterntypen.

Bei Kreuzungen zwischen pentasepalen Halbrassen und pentasepalen Mittelrassen dominiert in F_1 die hohe Pentasepalie der letzteren. In F_2 kommt es zu einer komplizierten Aufspaltung, wobei zahlreiche Typen mit höherer Pentasepalie als die Eltern (P) gebildet werden. Besonders diese hohe Pentasepalie zeigt sich in F_3 konstant.

Die bei Kreuzung dieser sehr nahestehenden Unterarten gewonnenen Resultate sind besonders dadurch wichtig, daß wir hier wieder einen Fall haben, wo die nach komplizierter Aufspaltung gebildeten F_2-Typen in F_3 konstant vererbt werden und sich somit an die fast alleinstehenden Befunde von Rosen für Draba verna anschließen.

Es scheint, als ob wirklich bei Kreuzung von nahe verwandten Kleinarten in F_2 eine Reihe von neuen, konstanten Typen auftreten können — eine Tatsache, die, obwohl sie noch nicht zu erklären ist, für das Verständnis der systematisch »kritischen« Artgruppen sehr wichtig ist.

Hagem.

Schull, George Harrison, Über die Vererbung der Blattfarbe bei Melandrium.

Ber. d. d. bot. Ges. 1914. **31,** 40—80.

Der vorliegenden Arbeit liegen Beobachtungen über die Vererbung der Blattfarbe bei verschiedenen Sippen von Melandrium zugrunde. Die Untersuchungen bezweckten zunächst die Analyse der Vererbung des Chloralbinismus, worunter der Verf. allgemein das Fehlen des grünen

Farbstoffes versteht. Baurs Beobachtung über das Vorhandensein eines Erbfaktors Z, der die Grundlage für die Bildung des Chlorophylls ist, konnte bestätigt werden. Als Ausgangspunkt für diese Untersuchungen dienten die Nachkommen zweier Kreuzungen eines weißrandigen Exemplars von Melandrium album mit einer schmalblättrigen Mutante derselben Rasse. Nach dem Aussehen und dem Zahlenverhältnis der Nachkommen ist anzunehmen, daß diese Ausgangspflanzen die Faktoren ZZ $\times$ Zz hatten, und daß der grüne Faktor Z dominiert.

Ferner wurden die Nachkommen einer Sippe geprüft, bei der sich im Jahre 1911 in drei Fällen die Deszendenz zu $^1/_4$ als chlorina erwies. Der Verf. nimmt an, daß die gemeinsame Großmutter dieser Pflanzen eine Heterozygote grün ($\times$ chlorina) war und durch eine Homozygote rein grün befruchtet war. Dann mußte die erste Generation zwar ganz grün sein, sich aber zu je 50% aus Homo- und Heterozygoten zusammensetzen bei voller Dominanz von grün. Unter den Geschwisterkreuzungen in F_2 mußten sich nach dem Wahrscheinlichkeitsgesetz dann etwa $^1/_4$ Heterozygoten Kreuzungen befinden, deren Nachkommen dann zu 25% chlorina -Pflanzen sein sollten. Hierdurch wäre das Auftreten der chlorina in den drei oben erwähnten Fällen erklärt.

Bei Rückkreuzung dieser (chlorina $\times$ typica) Homozygoten waren alle Nachkommen, wie zu erwarten, dunkelgrün; bei Kreuzung mit Heterozygoten (grün $\times$ chlorina) waren statt der zu erwartenden 50% 53,04% grün bei 394 Pflanzen.

Entsprechende Resultate ergaben die Versuche mit den Nachkommen zweier anderer blaßgrüner Pflanzen einer andern Melandrium Sippe; diese bezeichnet der Verf. wegen ihres von chlorina etwas abweichenden Aussehens als pallida.

Gekreuzt mit Homozygoten grün sind alle Nachkommen dunkelgrün, die freilich bei Geschwisterkreuzungen in der F_2 statt 75% nur 63,35% grün, bei Rückkreuzung mit typica ($\times$ pallida) Heterozygoten die zu erwartenden 50% grün aber fast erreichten (46,04%).

Chlorina und pallida verhalten sich demnach typica gegenüber gleich und sind als mendelnde Rezessive zu betrachten, nach Ansicht des Verf. als Verlustmutationen. Vermutlich sind bei den beiden Formen aber verschiedene Faktoren verloren gegangen, denn bei Kreuzung von chlorina $\times$ pallida waren in fünf Fällen bei 432 Nachkommen alle grün. Bei Untersuchung mit dem Maxwellschen Farbenkreisel entspricht die Blattfarbe dieser Kreuzung derjenigen der typischen Form, während chlorina $\times$ pallida eine abweichende Zusammensetzung im Prozentgehalt von grün, gelb (orangegelb) und schwarz hatten. — Auch der alkoholische Blattauszug kolorimetrisch geprüft zeigt für die chlorina $\times$ pallida Kreuzung ungefähr

die gleiche Dichte wie für typica. Setzt man diesen Wert = 100, so wäre für chlorina durchschnittlich 42,9, für pallida 64,7 anzunehmen. Beide Formen haben also einen verminderten Chlorophyllgehalt.

Bei der Kreuzung von Geschwistern, die aus der Befruchtung chlorina × pallida hervorgegangen waren, zeigten 540 Nachkommen eine dunkelgrüne, 487 eine blaßgrüne Farbe. Diese letzteren mußten sich, wenn man die chlorina und pallida Eigenschaft jede als eine selbstständig mendelnde auffaßt, aus 3 Teilen chlorina + 3 Teilen pallida + 1 Form, bei der beide Faktoren (chlor. u. pal.) rezessiv sind, zusammensetzen. Setzt man Y für den Erbfaktor von chlorina, N für pallida, Z für die Chlorophyllbildung überhaupt und X für den noch nicht analysierten Rest des Chlorophyllfarbstoffes, so würde diese letzte theoretisch zu erwartende Form die Formel XX ZZ yy nn haben. Wie diese Pflanze aussehen würde, ist im voraus nicht zu sagen. Der Verf. bezeichnet sie als subchlorina.

Bestehen diese Deduktionen zu recht, so müßten den 7 Teilen blaßgrüner Formen 9 Teile dunkelgrüne gegenüberstehen, also 56,25%. Die Zählung ergab 52,58%.

Bei Rückkreuzung der chlorina × pallida F_1-Nachkommen mit chlorina oder pallida zeigten sich statt der zu erwartenden 50% 48,08% dunkelgrüne Pflanzen von 784.

Da die chlorina und pallida Formen nicht rein weiß sind, so diskutiert der Verf. die Frage, ob die Gene Y und N nur quantitativ oder auch qualitativ verschieden sind. Er entscheidet sich für letzteres, da der Bastard XX ZZ Yy Nn keine Zwischenform von chlorina (XX ZZ YY nn) und pallida (XX ZZ yy NN), sondern dunkelgrün ist.

Im Gegensatz zu Baur nimmt nun der Verf. an, daß die gelbe Blattfarbe ganz unabhängig von dem grünen Farbstoff vererbt wird, also nicht die ausschließliche Anwesenheit von Z schon die gelbe Farbe bedingt. Überhaupt weisen Melandrium und Antirrhinum in einigen Punkten Unterschiede auf. Während z. B. bei Antirrhinum XX ZZ Yy NN die genotypische Formel für die aurea-Rasse ist, zeigt Melandrium von dieser Formel eine grüne Farbe. Wegen der verschiedenen Erklärungsmöglichkeiten für diese Unterschiede sei auf die Originalarbeit verwiesen.

Ein zweiter Teil der Arbeit ist einigen marmorierten Sippen gewidmet, die alle nicht mendelten. Vier grün-weiße Chimären verschiedener Abstammung waren anatomisch mit Baurs Pelargonium zonale albomarginatum ungefähr gleich, d. h. sie waren teils Perichineal- teils Sectorial-Chimären oder beides zugleich. In der Vererbung entsprachen drei von ihnen Correns' Mirabilis Jalapa albomarginata, indem das Fehlen

von Chlorophyll nur durch die Mutter vererbt wurde. Die Grenze zwischen den grünen und hellen Gewebekomplexen war in diesen Fällen stets scharf gezogen.

Anders bei einer chlorinomaculata Sippe, bei der die dunkeln und hellen Stellen allmählich ineinander übergingen. Aus den Resultaten von sieben Kreuzungen ist zu ersehen, daß die Zahl der hellen Nachkommen von dem Grad der Färbung des mütterlichen Fruchtknotens abhängig ist. Sind die Nachkommen grüngelb (wie chlorina), so sind sie im Gegensatz zu dieser nicht lebensfähig.

3. Eine aurea-Sippe. Der Stammvater dieser Pflanzen zeigte kleine rundliche Flecke, die im Querschnitt den Eindruck erweckten, als wenn es sich dabei um eine Chloroplastenzersetzung handelte, die vom Zentrum nach dem Rande zu ausstrahlte. — Die zahlreichen Nachkommen dieser Pflanze waren teils grün, teils aureafarbig, aber unter sich und vom Vater sehr verschieden. Verf. nimmt an, daß es sich bei den aurea-Formen um eine infektiöse Chlorose handelt, die aber durch beide Keimzellen auf die Nachkommen übertragen werden kann. Pfropfversuche liegen noch nicht vor.

Anhangsweise teilt der Verf. dann noch mit, daß auf Grund von Untersuchungen von Marchlewski der Prozentgehalt von Allo- und Neochlorophyll bei den pallida-, chlorina- und typica Formen überall gleich ist. R. Stoppel.

Schotte, G., Tallplantor av frö från olika hemort. Ett bydrag till proveniensfrågan. (Kiefernpflanzen aus verschiedener Heimat. Ein Beitrag zur Provenienzfrage.)

Mitt. a. d. forstl. Versuchsanstalt Schwedens. Heft 11. 1914. Stockholm.

Der Aufsatz bringt die Ergebnisse von Kulturversuchen mit Kiefernsamen aus verschiedenen Gegenden Schwedens, die im Jahre 1904 eingeleitet wurden. Eine deutsche Zusammenfassung und deutsche Beschriftung der Tabellen machen auch diese Arbeit der Versuchsanstalt, die schon so viele wertvolle Aufsätze geliefert hat, uns zugänglich.

Vor 4 bis 5 Jahren waren die von den jüngsten und von den ältesten Mutterbäumen stammenden Pflanzen im Wuchs zurückgeblieben; bei den jetzt elfjährigen ist kein Unterschied nach dem Alter der Mutterbäume mehr erkennbar. Dagegen sind die Pflanzen nordschwedischer Herkunft auch jetzt noch kürzer und weniger reich verzweigt, aber geradwüchsiger als die aus südschwedischen Samen entstandenen Stücke. Die Nadellänge variiert stark, ist aber im Durchschnitt bei

den nordischen Pflanzen geringer geblieben. Andererseits hat die längere Lebensfähigkeit der Nadeln der Nordkiefer sich im Süden nicht erhalten. Die Nadeldauer wird direkt vom Klima beeinflußt, so daß z. B. auch die Nachkömmlinge deutscher Kiefern mit normal zweijähriger Nadeldauer in Nordschweden die Nadeln wie die dort einheimischen Bäume vier und mehr Jahre sitzen lassen. Die frühere und stärkere winterliche Nadelvergilbung der nordischen und hochalpinen Kiefern wieder hat sich am südlicheren Standort erhalten. Kulturversuche mit internationalen Samenproben ergaben, daß im allgemeinen außerskandinavische Kiefern für schwedisches Klima mehr oder weniger ungeeignet sind, daß aber unter den verschiedenen Rassen die Riga-Kiefer sich durch Anpassungsfähigkeit auszeichnet. Büsgen.

Klebahn, H., Uredineae.

Kryptogamenflora der Mark Brandenburg Va. 69—904. Leipzig. 1914.

Diese Bearbeitung der Uredineen der Mark Brandenburg verdient, nachdem nun ihre Schlußlieferung erschienen ist, auch an dieser Stelle eine ausführliche Besprechung, nicht nur weil dieselbe eine der vorzüglichsten Rostpilzfloren eines engern Gebietes ist, sondern vor allem deshalb, weil ihre Bedeutung wesentlich über den Rahmen einer solchen hinausgeht, indem es sich der Verf. angelegen sein ließ, statt bloß auf ausgetretenen Pfaden zu wandeln möglichst viel Eigenes und Neues zu bieten.

Dies trifft schon für die Einleitung zu, in der neben Angaben über die Literatur und die Sammlungen, welche die Grundlage zur Kenntnis der Brandenburgischen Pilzflora bilden, auch eine Reihe von allgemeinen Fragen behandelt werden, deren Erörterung für die nachfolgende systematisch deskriptive Darstellung notwendig war. Wir betrachten die ausführliche Behandlung dieser Punkte als einen großen Vorzug der Arbeit. Es seien von diesen Punkten nur einige hervorgehoben: In der allgemeinen Charakteristik der Uredineenflora des Gebietes gibt Verf. eine Darstellung ihrer Zusammensetzung nach Florenelementen, in ähnlicher Weise wie dies Ref. seinerzeit für die Schweiz versucht hat. Es wäre sehr zu wünschen, daß auch in Zukunft die Pilzfloren diesen Gesichtspunkten Rechnung tragen würden. Ein weiterer Abschnitt der Einleitung beschäftigt sich mit der allgemeinen Morphologie, Biologie und Systematik der Uredineen: Eine eingehende Beschreibung des Entwicklungsganges dient dazu die Merkmale zu erörtern, welche namentlich die verschiedenen Fruchtformen für die Systematik bieten; es wird hier unter anderem zum ersten Male auf die Bedeutung der abfallenden

Membranplättchen gewisser Aecidiosporen hingewiesen. Sehr klar und übersichtlich ist die auf Seite 127 gegebene Zusammenstellung der verschiedenen Entwicklungstypen. — Mit vollem Recht tritt der Verf. sehr energisch dafür ein, daß bei der Speciesunterscheidung das biologische Moment nicht umgangen werden dürfe. Der Bedeutung, die er diesen Verhältnissen beimißt, gibt er einen sprechenden Ausdruck dadurch, daß er, abweichend von den bisherigen Uredineenfloren, in der Darstellung der einzelnen Arten die biologischen Eigentümlichkeiten der morphologischen Beschreibung voranstellt; dabei werden hier die zahllosen Einzelbeobachtungen, welche die letzten Jahre auf diesem Gebiete gebracht haben, auf das sorgfältigste berücksichtigt. Aber trotzdem der Verf. den biologischen Unterschieden für die Artunterscheidung die gleiche Bedeutung zuschreibt wie den morphologischen, so erkennt er doch an, daß es in Praxi nicht möglich ist alle die zahlreichen nur biologisch verschiedenen Arten einfach als gleichberechtigt nebeneinanderzureihen; auch er bringt daher eine Abstufung zwischen Arten und Formen zur Durchführung; natürlich muß diese bis zu einem gewissen Grade willkürlich werden, indem es ja nicht möglich ist mit absoluter Konsequenz die morphologisch differenten Pilze als Arten und die nur biologisch verschiedenen als Formen auseinanderzuhalten; man erinnere sich nur an das bekannte Beispiel der Coleosporien, bei denen schon die althergebrachten Species eigentlich sozusagen nur biologisch voneinander abweichen. — In bezug auf die Nomenklatur sei hervorgehoben, daß Klebahn sich nicht für Durchführung des Prioritätsprinzips à outrance erwärmen kann; vor allem möchte er »sinnlose oder irreführende Kombinationen, die durch Prioritätsgründe zustande kommen«, verwerfen. Dagegen befürwortet er die weitere Verwendung der vielfach von ihm aufgestellten Doppelspeciesnamen für heterözische Arten und Formen, wie z. B. Puccinia Caricis-Urticae, Melampsora Larici-Caprearum usw. Bei der Anführung der Synonymen wurden besonders die ältesten Quellen möglichst vollständig zu Rate gezogen, im übrigen wird aber im Aufzählen derselben aus Raumgründen nicht sehr weit gegangen. Für seine morphologischen Artbeschreibungen entnimmt der Verf. zwar vieles von früheren Autoren (unter Angabe der Quellen), aber so viel wie möglich stützt er sich auf eigene detaillierteste und gründlichste Untersuchung. Die Genauigkeit seiner Beschreibungen übertrifft daher alle bisherigen Darstellungen weit. Es gilt dies insbesondere für die Aecidio- und Uredosporen, bei denen bis jetzt nicht überall hinlänglich in die feinsten Einzelheiten eingegangen wurde. Dadurch kommt Verf. vielfach zu besserer Klärung der Speciesunterscheidungen. Diese Verhältnisse werden durch sehr

genaue Zeichnungen illustriert. Es ist dabei nur zu bedauern, daß diese Abbildungen nicht bei jeder Beschreibung stehen, sondern ohne Beifügung von Namen zu größeren Sammeltafeln vereinigt sind, wodurch die Vergleichung der einzelnen Arten sehr erschwert wird. Daran ist aber nicht der Verf. schuld, sondern die Art der Anlage des ganzen Werkes. — Für das System der Uredineen hält sich Klebahn unter Ablehnung der Arthurschen Auffassungen im großen und ganzen an Dietels Gesichtspunkte, doch mit einigen Abweichungen im einzelnen: so bildet er für Endophyllum, dessen Anschluß er bei den Pucciniaceen sucht, eine besondere Familie. Ferner glaubt er nicht an eine nähere Verwandtschaft von Coleosporium und Ochropsora und bildet daher für sie zwei besondere Unterfamilien der Coleosporiaceen. Innerhalb der Gattungen, besonders bei Uromyces und Puccinia gründet er die systematische Anordnung auf die gleichen Prinzipien, welche Ref. in seiner Bearbeitung der schweizerischen Uredineen befolgt hat: die Formverhältnisse der Teleutosporen kombiniert mit einer Gruppierung nach den Nährpflanzenfamilien, sowie mit der Tatsache, daß auf der Aecidiennährpflanze bestimmter heterözischer Arten auch Mikro- oder Leptoformen vorkommen, deren Teleutosporen mit denen der betreffenden heterözischen Art annähernd oder völlig übereinstimmen. Die Gruppierung nach dem letztgenannten Gesichtspunkte, in der auch nach Verf.s Ansicht offenbar eine natürliche Verwandtschaft zum Ausdruck kommt, ließ sich aber jetzt konsequenter durchführen als das vor 10 Jahren in Ref.s Bearbeitung möglich war, weil seitdem eine Reihe von neuen Heterözieen festgestellt worden ist. Fischer.

Keene, Mary L., Cytological studies of the Zygospores of Sporodinia grandis.

Ann. of bot. 1914. **28**, 455—470.

Eine ganze Reihe von Arbeiten mit ziemlich widersprechenden Ergebnissen wurden im Laufe der letzten 20 Jahre über die zytologischen Vorgänge in der Zygospore von Sporodinia grandis veröffentlicht. Auch die vorliegende bringt noch nicht die einwandfreie Lösung des Rätsels. Nach dem Verf. verschmelzen viele aber nicht alle Kerne der beiden Gameten nach Auflösung der Berührungswand paarweise. Es sind dann in der Zygote zwei Arten von Kernen. Größere Verschmelzungskerne und kleinere, die ursprünglichen, welche nicht zur Verschmelzung gelangten.

Diese zerfallen. Es bilden sich dann in der Zygote ein oder zwei große ölerfüllte Körper (Eleioplasten), wohl Reservestoffbehälter. Das Plasma bildet nur noch einen dünnen Wandbelag. Dieser Zustand bleibt bis zur Keimung. Gruber.

Schnegg, H., Zur Entwickelungsgeschichte und Biologie der Pykniden sowie der Schlingenmycelien und Hyphenknäuel. Studien an einem häufigen Brauerei-Saprophyten.

Centralbl. f. Bakt. II. 1915. **43,** 326 ff.

Die im gärungs-physiologischen Laboratorium der königl. Akademie Weihenstephan entstandene Arbeit ist einer in den Räumen der Brauerei Weihenstephan, besonders in den Würzeleitungen, häufigen, aber auch in anderen, besonders ländlichen Brauereien vorkommenden, für den Betrieb übrigens harmlosen Phoma, Ph. conidiogena n. sp., gewidmet, deren Keime außerhalb des eigentlichen Betriebes nur — und zwar verhältnismäßig selten — im Gebrauchswasser der Brauerei gefunden wurden. Andere Fruchtkörper wie Pykniden ließen sich nicht erhalten. Die in den Pykniden gebildete Konidie wird zur Mutterzelle der nach dem Typ der Gewebefrucht entstehenden primären Pyknide, und erst nach Entstehung dieser »Konidiopyknide« werden auf geeigneten Nährböden auch sekundäre Pykniden (Mycelpykniden) aus beliebigen Mycelzellen bildet. Bei guter Ernährung beteiligt sich auch das vegetative Mycel durch Bildung von »Hüllhyphen« am Zustandekommen des Fruchtkörpers. Bei schlechter Ernährung entsteht also die Pyknide, die dann klein bleibt, rein meristogen, bei guter Ernährung dagegen meristosymphyogen.

Unter geeigneten Bedingungen entstehen Dauerzustände (Dauermycel, Dauerzellen, Chlamydosporen und Dauerkonidien), die bei der Keimung wieder gewöhnliches, Pyknidenbildendes Mycel entstehen lassen. Zur Bildung solcher Dauerzustände kommt es indes nur nach guter Ernährung des Mycels, bei einem gewissen Erschöpfungszustande der Nährlösung und bei reichlichem Luftzutritt.

Die Neigung des Pilzes zur Bildung von Mycelschlingen und Hyphenknäueln gab Veranlassung, die Bedingungen ihres Auftretens näher zu untersuchen. Durch Nahrungsmangel und Kälte wird es begünstigt, während Licht hemmend auf ihre Bildung einwirkt. Die Knäuel und Schlingen teilen im übrigen das Schicksal des vegetativen Mycels: Sie zerfallen und gehen zugrunde, wenn nicht durch frühzeitigen — vor dem Verschrumpfen erfolgten — Zusatz frischer Nährlösung für vegetatives Auswachsen der Knäuelzellen gesorgt wird. Behrens.

Dodge, B. O., The Morphological Relationships of the Florideae and the Ascomycetes.

Bulletin of the Torrey Botanical Club. 1914. 157—202. With 13 Textfigures.

Verf. bemüht sich den Nachweis zu führen, daß alle neueren Untersuchungen auf einen monophyletischen Ursprung der Ascomyceten und auf ihre Verwandtschaft mit den Florideen deuten. Er gibt eine sorgfältige, bis auf Brefeld zurückgehende Zusammenstellung aller einschlägigen Daten, die er durch eine Reihe klarer Figuren erläutert. Eine auch nur auszugsweise Wiedergabe seiner Arbeit, die selbst ein zusammengepreßtes Referat darstellt, ist unmöglich. Die Hauptschwierigkeit für eine Ableitung der Ascomyceten aus den Florideen liegt ja, wie auch Verf. anerkennt, im morphologischen Charakter des Ascus. Die Entstehung der Sporen durch freie Zellbildung ist völlig ohne Analogon bei den Florideen. Dagegen sind die Ooblastemfäden der Rotalgen und der ascogenen Hyphen der Ascomyceten nach dem Verf. als homologe Bildungen aufzufassen. An den von Schmitz zuerst nachgewiesenen Fusionen, besonders der Ooblastemfäden mit den Auxiliarzellen, sei ja nach den Bestätigungen durch Oltmanns nicht zu zweifeln. Immerhin schiene es erwünscht, das Verhalten der Kerne einer weiteren Prüfung zu unterziehen, da die von Oltmanns beschriebenen Vorgänge sehr auffallend seien. »Wir haben sicherlich weitere Aufklärung hinsichtlich der Kernvorgänge in Verbindung mit diesen sekundären Befruchtungen von Schmitz nötig und die Möglichkeit, daß wir hier die Erklärung für die Kernfusionen im Ascus finden, ist nicht von der Hand zu weisen.« — »Der Versuch, die Haken und die Kernfusionen im jüngeren Ascus mit den Ooblastemfäden und Auxiliarzellen und Fusionen des Dudresnayatypus zu homologisieren, stößt gewiß auf große Schwierigkeiten, aber es ist klar, daß es sich in beiden Fällen um dieselben physiologischen oder Ernährungsbedingungen handelt. Nach der Fusion der Ooblastemfäden mit den Auxiliarzellen, die mit Nahrung vollgepfropft sind, sind die Bedingungen für die Produktion gut ernährter sporenproduzierender Fäden beisammen. Die vegetativen Kernfusionen in den ascogenen Hyphen sorgen für einen großen Vorrat an Kernsubstanz, um das Gleichgewicht zwischen Kern und Sporenmutterzelle zu erhalten. Mit anderen Worten: Die sekundären Befruchtungen der roten Algen schaffen günstige Bedingungen zur Bildung von Carposporengruppen gerade wie die Hakenphänomene und die Kernfusionen bei den Ascomyceten zur Produktion von Ascosporen führen.« Am meisten in die Augen fallen wohl die Ähnlichkeiten in der Bildung der Trichogyne bei Florideen und Ascomyceten. Aber auch hier ist man schon dazu gekommen, den Zusammenhang der beiden Gruppen auf die problematischen Vorfahren der Florideen zurückzuverlegen und die Ascomyceten und Florideen als zwei große Parallelgruppen aufzufassen.

Eingeflochten in die Arbeit sind hier und da Detailuntersuchungen, von denen die auf Ascobolus magnificus bezüglichen besonders hervorgehoben sein mögen. P. Kuckuck.

Sauvageau, C., Remarques sur les Sphacélariacées.

Journ. de Botanique 1900—1914. S. 1—634. Mit 128 Textfig.

Mit der 1914 erschienenen Schlußlieferung, die sich mit der Gattung Cladostephus beschäftigt, ist diese umfangreiche und sorgfältige Bearbeitung der Sphacelariaceen, deren erste Lieferung auf das Jahr 1900 zurückgeht, beendet. Es ist ausgeschlossen, auch nur einen Teil des reichen Inhalts hier auszugsweise wiederzugeben. Ref. muß sich auf eine kurze Besprechung der systematischen Gliederung dieser am höchsten entwickelten Phaeosporeenfamilie und auf einige Daten über die Fortpflanzung beschränken.

Reinke hatte die Sphacelariaceen in zwei große Gruppen geteilt, die Acroblasteae, bei denen die Zweige aus der Scheitelzelle entstehen, und die Hypacroblasteae, bei denen sie unterhalb der Scheitelzelle entspringen. In beiden Fällen hatte er ein Monopodium angenommen.

Mit Reinkes Gruppe der Hypacroblasteae deckt sich Sauvageaus Gruppe der Hemiblasteae. Dieser Name wird gewählt, weil der seitliche Langtrieb nur aus der oberen Hälfte der primären Gliederzelle seinen Ursprung nimmt. Er setzt also mit dem oberen Teil seiner Basis an eine primäre, mit dem unteren Teil an eine sekundäre Querwand an. Eine solche Verzweigungsart nennt auch Verf. monopodial. Sobald aber außer den Langtrieben auch seitliche Haare gebildet werden, liegt nach seiner Auffassung ein Sympodium vor. In diesem Falle schneidet nämlich die Scheitelzelle selbst eine linsenförmige Zelle ab, die zum Haar auswächst, während die primäre Querwand sich gegen die linsenförmige Zelle stützt. Letztere wird als eigentliche Scheitelzelle angesprochen und die sympodiale Axe setzt sich aus soviel Stockwerken zusammen als sie Haare trägt. Bei den Acroblasteae Reinkes wird nun von der linsenförmigen Zelle eine zweite winzige Zelle nach oben abgeschieden, die nunmehrige gleichsam erschöpfte Scheitelzelle, die später zu einem Haar auswachsen kann. Die darunter liegende größere Zelle ist die eigentliche primäre Gliederzelle, die mit ihrer vollen freien Seite, ohne vorherige sekundäre Teilung, zum Seitensproß auswächst. Die Acroblasteae Reinkes werden daher als Holoblasteae bezeichnet und stellen konsequenterweise ein ebensolches Sympodium dar, wie die haartragenden Hemiblasteae. Ref. gibt zu, daß die Sauvageausche Auffassung, die sich übrigens an diejenige

von Magnus anschließt, logisch scheint, verficht aber trotzdem die alte Auffassung, nach der auch die Acroblasteae oder Holoblasteae ein Monopodium darstellen. Man kann, wie sich zeigen läßt, bei den Sphacelariaceen ein allmähliches Heraufrücken der Tochtersprosse nach der Spitze zu beobachten. Bei den Acroblasteae wird nun der Tochtersproß so früh angelegt, daß die Scheitelzelle noch nicht Zeit gehabt hat, ihre erste Querwand anzulegen. Daß diese nachher auf die uhrglasförmige Wand des Seitensprosses trifft, wäre als rein mechanisches Moment aufzufassen. — Verf. begründet weiterhin auf Dickies Sphacelaria corymbosa ein neues Genus Alethocladus. Hier unterbleibt die Abtrennung der kleinen oberen Zelle, die später zum Haar auswächst, und die ganze vom Verf. als Scheitelzelle aufgefaßte Linsenzelle wächst zum seitlichen Langtrieb aus. Diesen Fall macht der Verf. zum Typus der Acroblasteae in seinem, nicht im Reinkeschen Sinne. Eine echte Dichotomie der Scheitelzelle zeigt sodann die auf Lyngbyes Sphacelaria reticulata gegründete Gattung Disphacella. Sie wird zum Typus der Dichoblasteae erhoben. Bei Cladostephus endlich entstehen die Seitentriebe in verschiedener Weise, ohne daß hier näher darauf eingegangen werden kann, da die Darstellung ohne begleitende Figuren unverständlich bleiben würde. Der durch Cladostephus dargestellte Fall bildet den Typus der Polyblasteae. Nebenher unterscheidet Verf. auch Leptocauleae und Auxocauleae, je nachdem die Hauptaxen ein sekundäres Wachstum zeigen oder nicht. Zur ersten Gruppe gehören die Dichoblasteae, die Hemiblasteae und von den Holoblasteae die Halopterisarten außer H. hordacea, zur letzteren alle übrigen Holoblasteae und die Polyblasteae.

Wichtig ist die Feststellung, daß sich einige Sphacelariaceen geschlechtlich fortpflanzen. Wie auch sonst bei den Phaeosporeen tritt dieser Fortpflanzungsmodus auch hier unabhängig von der systematischen Verwandtschaft auf. So zeigt z. B. Sphacelaria cirrhosa nur plurilokuläre Sporangien einerlei Art, die nahe verwandte Sph. hystrix dagegen großfächerige und kleinfächerige. Obgleich lebendes Material zur Verfügung stand und die Entleerung der beiderlei Sporangien zu gleicher Zeit beobachtet werden konnte, wurde doch niemals ein Befruchtungsakt wahrgenommen. Die als Spermatozoen bezeichneten Zoosporen gleichen denen von Ectocarpus secundus und E. Lebelii, besitzen also keinen Chromatophor, sondern nur einen Augenpunkt. Die den großfächerigen Sporangien entschlüpfenden Zoosporen haben drei, zuweilen vier bis fünf sehr blasse Chromatophoren und einen davon unabhängigen Augenpunkt. Offenbar folgt hier auf die geschlechtliche Generation eine solche mit Brutknospen und Verf. vermutet, daß sich der Brutknospen

tragenden eine dritte überwinternde Generation anschließt, deren vielleicht unilokulären Sporangien entstammende Zoosporen dann auf Cystoseira die Geschlechtspflanzen hervorbringen.

Ganz gleich differenzierte plurilokuläre Sporangien wurden ferner festgestellt bei Sphacelaria furcigera, wo sie schon Askenasy bemerkt hatte, bei der Sph. hystrix nahestehenden Sph. Harveyana Sauv., bei Halopteris filicina, bei Phloeocaulon spectabile und Phl. squamulosum und bei Ptilopogon botryocladus, freilich bleibt in allen diesen Fällen der Befruchtungsakt selbst noch zu beobachten. Daran schließen sich die sehr auffallenden Mitteilungen über die Fortpflanzungsorgane von Halopteris scoparia und H. funicularis — die Gattung Stypocaulon wird eingezogen —, sowie Halopteris brachycarpa Sauv., Hal. congesta — auch die Gattung Anisocladus wird mit Halopteris vereinigt — und Hal. hordacea Sauv. Alle diesen Arten besitzen Antheridien, bei denen die Fächerung schon sehr frühzeitig verschwindet, und Oogonien, die wahrscheinlich nur eine einzige große Oosphaere einschließen. In einem Falle, bei Hal. hordacea, sah Verf. an dem getrockneten Material keimende Oosphaeren. Sie teilen sich durch einige Wände nach verschiedenen Richtungen und der so entstandene knollige Zellkörper treibt mehrere Rhizome und nach oben einen aufrechten Faden. Wenn sich die hier kurz geschilderten Verhältnisse bestätigen, was erst einmal für die am leichtesten erreichbare Halopteris scoparia festgestellt werden müßte, hätten wir hier einen sehr abweichenden Typus, der aus dem gewohnten Rahmen der Phaeosporeen-Fortpflanzung ebenso herausfallen würde, wie die Fortpflanzung der Tilopterideen.

Für alle weiteren Einzelheiten und für die neuen Gattungen und Arten muß auf das Original verwiesen werden. Wie alle Arbeiten des Verfs. ist auch diese durch einen großen Reichtum vorzüglicher Abbildungen ausgezeichnet.

P. Kuckuck.

Neue Literatur.

Bakterien.

Bail, O., Veränderungen von Bakterien im Tierkörper. — XI. Untersuchungen über kapsellosen Milzbrand. (Centralbl. f. Bakt. I. *1915*. **76**, 38—47.)

Brown, P. E., and **Kellogg, E. H.**, Sulfofication in soils. (Ebenda. II. *1915*. **43**, 552—602.)

Buder, J., Zur Kenntnis des Thiospirillum jenense und seiner Reaktionen auf Lichtreize. (Jahrb. f. wiss. Bot. [Festband.] *1915*. **56**, 529—584.)

Herzfeld, E., und **Klinger, R.**, Quantitative Untersuchungen über den Indol- und Tryptophanumsatz der Bakterien. (Centralbl. f. Bakt. I. **76**, 1—12.)
Olsson, P. G., Zur Variation des Choleravirus. (Ebenda. 23—38.)
Porcelli-Titone, F., Über die Beweglichkeit der den ultravioletten Strahlen ausgesetzten Bakterien. (Ebenda. 54—65.)

Pilze.

Buller, A. H. R., Die Erzeugung und Befreiung der Sporen bei Coprinus sterquilinus. (Jahrb. f. wiss. Bot. [Festband.] *1915*. **56**, 299—329.)
Killian, K., Über die Entwicklung der Perithecien bei Venturia inaequalis (Cooke) Ad. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915*. **33**, 164—168.)
Kniep, H., Beiträge zur Kenntnis der Hymenomyceten III. (Zeitschr. f. Bot. *1915*. **7**, 369—400.)
Wehmer, C., Beiträge zur Kenntnis einheimischer Pilze. Experimentelle Untersuchungen auf dem Gebiete der Physiologie, Biologie und Morphologie pilzlicher Organismen. 3. Heft. Experimentelle Hausschwammstudien. G. Fischer, Jena. *1915*. 8°. IV + 100 S.

Algen.

Harder, R., Beiträge zur Kenntnis des Gaswechsels der Meeresalgen. (Jahrb. f. wiss. Bot. [Festband.] *1915*. **56**, 254—298.)
Lingelsheim, A., Mitteilung über Hildenbrandia rivularis. (Jahresber. d. schles. Ges. f. vaterl. Kultur. *1914*. 25—27.)
Pieper, A., Die Phototaxis der Oscillarien. [Diss. Berlin.] Blanke, Berlin. *1915*. 8°. 68 S.
Zikes, H., Vergleichende Untersuchungen über Sphaerotilus natans (Küntzing) und Cladothrix dichotoma (Cohn) auf Grund von Reinkulturen. (Centralbl. f. Bakt. II. *1915*. **43**, 529—552.)

Moose.

Campbell, D. H., Die Verbreitung gewisser Lebermoose der malaiischen Region. (Jahrb. f. wiss. Bot. [Festband.] *1915*. **56**, 365—373.)

Farnpflanzen.

Maxon, W. R., Polypodium marginellum and its immediate allies. (Bull. Torrey bot. club. *1915*. **42**, 219—226.)
Mottier, D. M., Beobachtungen über einige Farnprothallien mit Bezug auf eingebettete Antheridien und Apogamie. (Jahrb. f. wiss. Bot. [Festband.] *1915*. **56**, 65—83.)

Gymnospermen.

Hutchinson, A. H., On the male gametophyte of Picea Canadensis. (The bot. gaz. *1915*. **59**, 287—300.)

Morphologie.

Kamerling, Z., Über die Wachstumsweise und über den Dimorphismus der Blätter von Strutanthus flexicaulis Mart. (Rec. trav. bot. Néerland. *1915*. **11**, 342 bis 352.)

Gewebe.

Guttenberg, H. v., Anatomisch-physiologische Studien an den Blüten der Orchideengattungen Catasetum Rich. und Cycnoches Lindl. (Jahrb. f. wiss. Bot. [Festband.] *1915*. **56**, 374—415.)

Juel, H. O., Untersuchungen über die Auflösung der Tapetenzellen in den Pollensäcken der Angiospermen. (Ebenda. 337—364.)

Nieuwenhuis, M., — von Uexküll-Güldenband, Sekretionskanäle in den Cuticularschichten der extrafloralen Nektarien. (Rec. trav. bot. Neérland. *1915.* **11,** 291—311.)

Rippel, A., Über die Ausbildung der Endodermis in oberirdischen Organen, besonders im Laubblatt. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915.* **33,** 198—202.)

Teodoresco, E. C., et Popesco, C. T., Sur le tissu libérien et son rôle dans la circulation des substances organiques chez les végétaux supérieurs. (Ann. scientif. univers. de Jassy. *1915.* **9,** 215—242.)

Physiologie.

Andrews, F. M., Die Wirkung der Zentrifugalkraft auf Pflanzen. (Jahrb. f. wiss. Bot. [Festband.] *1915.* **56,** 221—253.)

Boysen-Jensen, P., Über synthetische Vorgänge im pflanzlichen Organismus. II. Vorkommen, Bedeutung und Bildung des Rohrzuckers bei der Keimung von Pisum sativum. (Ebenda. 431—446.)

Brown, P. E., and **Kellogg, E. H.**, s. unter Bakterien.

Buder, J., s. unter Bakterien.

Buller, A. H. R., s. unter Pilze.

Copeland, E. B., Über das Saftsteigen. (Jahrb. f. wiss. Bot. [Festband.] *1915.* **56,** 447—459.)

Czapek, F., Ausblicke auf biologische Adsorptionserscheinungen. (Ebenda. 84—111.)

Faber, F. C. v., Physiologische Fragmente aus einem tropischen Urwald. (Ebenda. 197—220.)

Fitting, H., Untersuchungen über die Aufnahme von Salzen in die lebende Zelle. (Ebenda. 1—64.)

Gaßner, G., Altes und Neues zur Frage des Zusammenwirkens von Licht und Temperatur bei der Keimung lichtempfindlicher Samen. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915.* **33,** 203—216.)

—, Einige neue Fälle von keimungsauslösender Wirkung der Stickstoffverbindungen auf lichtempfindliche Samen. (Ebenda. 217—232.)

—, Über die keimungsauslösende Wirkung der Stickstoffsalze auf lichtempfindliche Samen. (Jahrb. f. wiss. Bot. *1915.* **55,** 259—342.)

Guttenberg, H. v., s. unter Gewebe.

Harder, R., s. unter Algen.

Herzfeld, S., u. **Klinger, R.**, s. unter Bakterien.

Klebs, G., Über Wachstum und Ruhe tropischer Baumarten. (Jahrb. f. wiss. Bot. [Festband.] *1915.* **56,** 734—792.)

Kniep, H., Über den Gasaustausch der Wasserpflanzen. Ein Beitrag zur Kritik der Blasenzählmethode. (Ebenda. 460—509.)

Koernicke, M., Über die Wirkung verschieden starker Röntgenstrahlen auf Keimung und Wachstum bei den höheren Pflanzen. (Ebenda. 416—430.)

Lieske, R., Beiträge zur Kenntnis der Ernährungsphysiologie extrem atmosphärischer Epiphyten. (Ebenda. 112—122.)

Miehe, H., Beiträge zum Windeproblem. (Ebenda. 668—688.)

Molisch, H., Über die Herstellung von Photographien in einem Laubblatte. (Sitzgsber. Kais. Ak. Wiss. Wien. Math.-nat. Kl. I. *1914.* 923—930.)

—, Der Scheintod der Pflanze. (Vortr. z. Verbreitg. naturw. Kenntn. in Wien. Braumüller. *1915.* 23 S.)

Newcombe, F. C., Das Verhalten der Windepflanzen in der Dunkelheit. (Jahrb. f. wiss. Bot. [Festband.] *1915.* **56,** 511—528.)

Osterhout, W. J. V., On the decrease of permeability due to certain bivalent kations. (The bot. gaz. *1915.* **59,** 317—330.)

Pantanelli, E., Über Ionenaufnahme. (Jahrb. f. wiss. Bot. [Festband.] *1915*. **56**, 689—733.)

Pieper, A., s. unter Algen.

Porcelli-Titone, F., s. unter Bakterien.

Renner, O., Theoretisches und Experimentelles zur Kohäsionstheorie der Wasserbewegung. (Jahrb. f. wiss. Bot. [Festband.] *1915*. **56**, 617—667.)

Schilling, E., Über hypertrophische und hyperplastische Gewebewucherungen an Sproßachsen verursacht durch Paraffine. (Jahrb. f. wiss. Bot. *1915*. **45**, 177—259.)

Sperlich, A., Gesetzmäßigkeiten im kompensierenden Verhalten parallel und gegensinnig wirkender Licht- und Massenimpulse. (Jahrb. f. wiss. Bot. [Festband.] *1915*. **56**, 155—196.)

Weevers, Th., Die letale Einwirkung einiger organischen Giftstoffe auf die Pflanzenzelle. (Rec. trav. bot. Néerland. *1915*. **11**, 312—341.)

Willstätter, R., u. **Stoll, A.**, Über die chemischen Einrichtungen des Assimilationsapparates. (Sitzgsber. d. preuß. Ak. d. Wiss. *1915*. 322—346.)

Ökologie.

Beck v. Managetta, G., Die Pollennachahmung in den Blüten der Orchideengattung Eria. (Sitzgsber. Kais. Ak. Wiss. Wien. Math.-nat. Kl. I. *1914*. 1033—1046.)

Gertz, O., Über die Schutzmittel einiger Pflanzen gegen schmarotzende Cuscuta. (Jahrb. f. wiss. Bot. [Festband.] *1915*. **56**, 123—154.)

Fortpflanzung und Vererbung.

Correns, C., Über eine nach den Mendelschen Gesetzen vererbte Blattkrankheit (Sordago) der Mirabilis Jalapa. (Jahrb. f. wiss. Bot. [Festband.] *1915*. **56**, 585—616.)

Juel, H., s. unter Gewebe.

Klebahn, H., Formen, Mutationen und Kreuzungen bei einigen Oenotheren aus der Lüneburger Heide. (Jahrb. d. hamb. wiss. Anst. *1913*. **31.** 3. Beih. Hamburg. *1914*. 64 S.)

Systematik und Pflanzengeographie.

Boldingh, J., Catalogus herbarii plantarum in horto Bogoriensi cultarum (Jard. bot. Buitenzorg. Bataviae. *1914*. 8⁰. 178 + LXVI.)

Cockerell, T. D. A., Notes on Orchids. (The bot. gaz. *1915*. **59**, 331—334.)

Kelhofer, E., Beiträge zur Pflanzengeographie des Kantons Schaffhausen. Zürich, Orell Füssli. *1915*. 8⁰. VII + 206 S.

Nichols, G. E., The vegetation of Connecticut. IV. Plants societies in lowlands. (Bull. Torrey bot. club. *1915*. **42**, 169—218.)

Schlechter, R., Die Orchideen, ihre Beschreibung, Kultur und Züchtung. Handbuch f. Orchideenliebhaber, Züchter und Botaniker, hrsg. unter Mitwirkung von O. Beyrodt, H. Jancke, G. Lindau und A. Malmquist. Mit 12 Taf. in Vielfarbendr. und über 242 Textabbildgn. P. Parey, Berlin. *1915*. VIII + 386 S. Lex. 8⁰.

Schulz, A., Über eine Emmerform aus Persien und einige andere Emmerformen. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915*. **33**, 233—242.)

Sherff, Earl E., Studies in the genus Bidens. II. (The bot. gaz. *1915*. **59**, 301—316.)

Smiley, F. J., The alpine and subalpine vegetation of the Lake Tahoe region. (Ebenda. 265—286.)

Tubeuf, K., Schilderungen und Bilder aus dem Münchener Exkursionsgebiet. Meinen Studenten als Führer und zur Erinnerung. II. Tl. H. Ulmer, Stuttgart. *1915*. 8⁰. 76 S.

Wangerin, W., Vorläufige Beiträge zur kartographischen Darstellung der Vegetationsformationen im nordostdeutschen Flachland unter besonderer Berücksichtigung der Moore. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915*. **33,** 168—198.)

Palaeophytologie.

Nathorst, A. G., Zur fossilen Flora der Polarländer. I. Tl. 4. Lfg. Nachträge zur paläozoischen Flora Spitzbergens. Stockholm. *1914*. III + 110 S.

Angewandte Botanik.

Carpenter, F. A., Utilization of frost warnings in the Citrus region near Los Angeles, Cal. (Monthly weather rew. *1914*. **42,** 569—571.)

Gehe & Co., Gehes Arzneipflanzen-Karten. 6 farbige Natur-Aufnahmen. 6. und 7. Folge. Nach Originalaufnahmen von J. Ostermaier. Dresden-N. *1915*.

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Bartholomew, E. T., A pathological and physiological study of the black heart of potato tubers. (Centralbl. f. Bakt. II. *1915*. **43,** 609—638.)

Burkhardt, F., Die Bekämpfung der Kohlhernie und des Kohlgallenrüßlers. (Cuctorynchus sulcicollis Gyll.) (Abt. f. Pflanzenkrankh. des Kais.-Wilhelm-Inst. f. Landw. in Bromberg. Flugbl. Nr. 19. *1915*.)

—, Dem Gemüsebau schädliche Wurzelfliegen und ihre Bekämpfung. (Ebenda. Flugbl. Nr. 20.)

—, Die Bekämpfung des Getreidelaufkäfers Zabrus tenebrioïdes Goeze (gibbus F.) (Ebenda. Flugbl. Nr. 21.)

—, Die Zwergzikade (Jassus sexnotatus Fall.) und ihre Bekämpfung. (Ebenda. Flugbl. Nr. 18.)

Keuchenius, P. E., Über einen neuen Kokospalmen-Schädling auf Java. (Centralbl. f. Bakt. II. *1915*. **43,** 602—609.)

Friedemann, N., Benedix, Hassel und **Magnus, W.,** Der Pfanzenkrebserreger (B. tumefaciens) als Erreger menschlicher Krankheiten. (Zeitschr. f. Hyg. und Infektionskr. *1915*. **80,** 114—144).

Großenbacher, J. G., Medullary spots and their cause. (Bull. Torrey bot. club *1915*. **42,** 227—240.)

Magnus, W., Der Krebs der Pelargonien. (Gartenflora *1915*. **64,** 66—68.)

Technik.

Peirce, G., Ein multipler Klinostat. (Jahrb. f. wiss. Bot. [Festband.] *1915*. **56,** 330—336).

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.



Verlag von Gustav Fischer in Jena

Morphologie und Biologie der Algen

Von **Dr. Friedrich Oltmanns,**

Professor der Botanik an der Universität Freiburg i. Br.

Zwei Bände. — Preis: 32 Mark.

Erster Band: **Spezieller Teil.** Mit 3 farbigen und 473 schwarzen Abbildungen im Text. 1904. Preis: 20 Mark.

Inhalt: I. Chrysomonadineae. II. Heterocontae. III. Chryptomonadineae. IV. Euglenaceae. V. Dinoflagellata. VI. Acontae. VII. Chlorophyceae. VIII. Phaeophyceae. IX. Rhodophyceae.

Zweiter Band: **Allgemeiner Teil.** Mit 150 Abbildungen im Text und 3 Tafeln. 1905. Preis: 12 Mark.

Inhalt: I. System der Algen. II. Die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane. III. Die Algenzelle. IV. Die Ernährung der Algen. V. Die Lebensbedingungen. VI. Vegetationsperioden. VII. Reizerscheinungen. VIII. Polymorphismus. IX. Generationswechsel. X. Anpassungen. XI. Hilfsmittel und Arbeitsmethoden.

Zeitschrift für Physiologie, Bd. VII, Heft 2/3:

. . . Jedem, der jetzt über Algen arbeitet, wird dieses großangelegte Werk ein unentbehrlicher Wegweiser sein.

Botanische Zeitung, Nr. 23 vom 1. Dezember 1904, Jahrgang 62:

Eine umfassende Darstellung der Morphologie der Algen war seit langer Zeit ein Bedürfnis. Die Literatur, deren wichtigste Erscheinungen bei jedem Kapitel in einem Anhange folgen, ist sehr vollständig zusammengetragen und durch eine Fülle von Abbildungen, unter denen eine ganze Reihe von Originalen sind, wird der Text erläutert. Die Behandlung des Stoffes ist klar und durchsichtig und das ganze Buch in einem frischen Tone geschrieben. An einigen Stellen, wo ein sehr umfangreiches Material zu verarbeiten war, so bei den Diatomeen, bei der Anatomie der Laminariaceen, bei der Fortpflanzung der Florideen, ist die Anordnung geschickt und übersichtlich.

Oesterr. botan. Zeitschrift, 1905, Nr. 12:

Wie der erste Band enthält auch der zweite eine Fülle von Angaben; er beweist sorgfältigste Literaturbenützung und eigene Untersuchungen. Wir besitzen nunmehr in dem Oltmannschen Buche eine ungemein wertvolle Zusammenfassung der die Algen betreffenden morphologischen, entwicklungsgeschichtlichen und ökologischen Kenntnisse. Wettstein.

Naturwissenschaftliche Wochenschrift vom 28. Januar 1906:

So ist denn ersichtlich, daß die gesamte Algologie in den vorliegenden beiden Bänden zur Bearbeitung gelangt ist, die ein mustergültiges Kompendium für jeden sind, der sich um Algen kümmert oder etwas Wesentliches von ihnen zu erfahren wünscht.

Botanische Jahrbücher, Bd. 34, Heft 5:

. . . Das vorliegende Werk ist nicht ein streng systematisches, es orientiert aber in ausgezeichneter Weise über die Familien und Gattungen, indem es in leicht verständlicher und fließender Darstellung die morphologischen und biologischen Verhältnisse der wichtigsten Gattungen behandelt. Um die Übersicht etwas zu erleichtern, sind Schlagworte und Gattungsnamen am Rande in kleinem Druck beigefügt. . . . Es sei noch erwähnt, daß am Ende jeder Klasse die Literatur angeführt wird. E.

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.

ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG JOST · FRIEDRICH OLTMANNS
HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH

SIEBENTER JAHRGANG. ACHTES HEFT

MIT 10 ABBILDUNGEN IM TEXT



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1915

Monatlich erscheint ein Heft im Umfange von 4—5 Druckbogen
Preis für den Jahrgang: 24 Mk.

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Manuskripte, Bücher usw.) bitten wir zu richten an
Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. **Oltmanns, Freiburg i. Br.,** Jacobistr. 23

Inhalt des achten Heftes.

Das Honorar für die Originalarbeiten beträgt Mk. 30.—, für die in kleinerem Drucke hergestellten Referate Mk. 50.— für den Druckbogen. Dissertationen werden nicht honoriert. Die Autoren erhalten von ihren Beiträgen je 30 Sonderabdrücke kostenfrei geliefert. Auf Wunsch wird bei rechtzeitiger Bestellung (d. h. bei Rücksendung der Korrekturbogen) eine größere Anzahl von Sonderabzügen hergestellt und nach folgendem Tarif berechnet:

Jedes Exemplar für den Druckbogen	10	Pfg.
Umschlag mit besonderem Titel	10	„
Jede Tafel einfachen Formats mit nur einer Grundplatte .	5	„
Jede Doppeltafel mit nur einer Grundplatte	7,5	„
Tafeln mit mehreren Platten erhöhen sich für jede Platte um	3	„

Licht und Wachstum II.

Von

Dr. A. H. Blaauw.

(Aus dem Laboratorium der Teyler-Stiftung, Haarlem.)

Mit 10 Abbildungen im Text.

§ 11. Die Hypokotylen von Helianthus globosus. Ihre Wachstumsgeschwindigkeit und Wachstumsverteilung.

Nachdem ich in der früheren Arbeit[1] die Reaktion des Wachstums auf verschiedenartige Belichtungen für eine einzige Zelle beschrieben hatte, wurden dieselben Untersuchungen fortgesetzt mit einem vielzelligen Organismus. Hatte ich anfangs sofort die Avena-Keimpflanze als Versuchsobjekt wählen wollen, nach der Erscheinung der vorläufigen Mitteilung Vogts (1914) entschloß ich mich nach einer anderen Versuchspflanze umzusehen, um die ausführlichen Resultate Vogts abzuwarten. Da er eine monokotyle Pflanze bearbeitete, suchte ich mir eine dikotyle Keimpflanze heraus.

Die Versuchspflanze.

Das Auffinden eines geeigneten Versuchsobjekts war ziemlich schwierig. Der Pflanze sollen genügend Reservestoffe zur Verfügung stehen, um im Dunkeln wachsen zu können; das Organ muß schnell und regelmäßig wachsen; die Wachstumszone muß ringsum gleichmäßig belichtet werden können, und die Pflanze soll nicht zu lang sein, damit die Versuche innerhalb des im § 2 beschriebenen Versuchskastens stattfinden können, also bei äußerst konstanter Temperatur. — Nachdem Lepidium sativum, Brassica napus, Linum usitatissimum, Cucumis sativa, Scorzonera hispanica u. a. geprüft waren, wurden schließlich die Hypokotyle von Helianthus globosus fistulosus

[1]) Diese Zeitschrift 1914. 6, 641.

gewählt, obwohl auch diese, wie man sehen wird, gewisse Nachteile zeigten.

Aus den sehr ungleichen Samen wurden diejenigen mittlerer Größe ausgesucht und von der Samenschale befreit. Sie blieben während eines Tages in einer Wasserschicht liegen um zu quellen. Um die Tiefe dieser Wasserschicht gleichmäßig zu



Fig. 1. Das Aufwachsen der Keimpflanzen vor dem Versuch in den Zinktöpfchen.

halten, wurde Gaze auf einen in einer Schale schwimmenden Holzring gespannt und darauf die Samen ausgelegt.

Während des zweiten Tages wurden die gequellten Samen mit der Wurzelspitze senkrecht nach unten zwischen den Maschen der Gaze ins Wasser gesetzt. Nach dem zweiten Tag sind die Samen so weit gekeimt, daß sie in kleine Zinktöpfe ($2^1/_2 \times 2^1/_2 \times 3$ cm) mit Sand oder Gartenerde gepflanzt werden können (s. Fig. 1). Man kann die Samen nicht zwei Tage lang vertikal keimen lassen, da die junge Wurzel am zweiten Tag bereits so stark geotropisch krümmt, daß man die Keimpflanze nicht mehr so pflanzen kann, daß die Keimblätter an der Versuchspflanze nach oben stehen. Bei dieser dikotylen Pflanze kam es natürlich darauf an, daß die Hypokotylen bis zum Grunde der Keimblätter aufrecht wuchsen, damit sie nicht durch Krümmung an der Spitze von den dann nach unten gerichteten Keimblättern beschattet werden konnten. Auf die beschriebene Weise sind bei den gekeimten Samen, als sie nach 2 bis 3 Tagen gepflanzt wurden, die Wurzel und das Hypokotyl vollkommen

gerade und trägt das Hypokotyl die Keimblätter empor gerichtet. Wenn jetzt das Hypokotyl weiter auswächst, biegt sich die äußerste Spitze meistens doch etwas, so daß die Keimblätter bei den meisten Versuchspflanzen schief zur Achse des Hypokotyls stehen, aber dasselbe nicht beschatten können (s. Fig. 1 und 6). Keimpflanzen, bei welchen dies ausnahmsweise wohl der Fall war, wurden nicht verwendet. Die Zinktöpfe stehen auf Zinkschalen mit einer Wasserschicht, während das Wasser durch kleine Löcher unten in die Töpfchen aufgesogen wird. Die Streckung der etiolierten, $\pm$ 2 mm dicken Hypokotylen (bei 20⁰ untersucht) dauert 15 bis 20 Tage fort, wobei sie schließlich eine Länge von 15 bis 25 cm erreichen können. Die glänzend-weißen Keimlinge bleiben 10 bis 15 Tage aufrecht stehen, aber während der letzten Tage ihres Wachstums fallen die Keimpflanzen durch Schwäche um und richten sich nur an der Spitze geotropisch wieder etwas auf. Weiter entwickelt sich die Pflanze im Dunkeln nicht. Die Keimblätter färben sich 2 bis 3 Tage nach der Keimung deutlich gelb. Bringt man die Pflanze ins Tageslicht oder in starkes Kunstlicht, so werden die Kotylen bald grün. Das Hypokotyl ergrünt im Licht selbst bei längerem Aufenthalt nur sehr schwach in den oberen 1 bis $2^1/_2$ cm. Die Fähigkeit, das Blattgrün zu entwickeln, nimmt also von der Basis der Keimblätter an im Hypokotyl schnell ab.

Die $\pm$ 2 mm dicken Keimlinge sind ungefähr rund, oft schwach elliptisch. Sie haben vielfach oberflächliche Gruben, welche äußerlich an der Pflanze nicht auffallen, aber an einem Querschnitt unter dem Mikroskop als wenig tiefe Einbuchtungen zu erkennen sind. Am Querschnitt beobachtet man weiter die Gefäßbündel, welche in einem Kreise oder einer Ellipse oder einem schwachen Sechseck stehen. Die meisten Hypokotylen bleiben recht, aber einige zeigen Torsionen, welche bisweilen ziemlich stark werden können. Derartige Keimpflanzen wurden nicht für die Versuche verwendet.

Schließlich muß ich noch auf die starke Gewebespannung zwischen Mark und Rinde hinweisen. Das ist bald zu sehen, wenn man die Pflanzen der Länge nach durchschneidet. Die Hypokotylhälften biegen dann sofort 30^0 bis 40^0 nach außen um.

Die Nutation der Hypokotylen.

Die Keimpflanzen, welche auf die beschriebene Weise kultiviert werden, sind in mancher Hinsicht recht bequeme Versuchspflanzen. Sie wachsen schnell auf und sind bei 20^0 6 bis 7 Tage nach dem Aussäen für die Versuche fertig ($4^1/_2$ bis 6 cm); sie sind sehr kräftig und wachsen $\pm$ $1^1/_2$ mm pro Stunde; man kann das Hypokotyl ringsum gleichmäßig belichten, ohne daß es von den Keimblättern beschattet wird.

Neben allen diesen Vorteilen stellte sich aber ein Mangel, worauf die Versuche fast scheitern mußten. Das ist die starke Nutation, welche die direkte Messung des Wachstums vollständig unmöglich macht. Ich hatte angefangen an die Spitze des Hypokotyls oder an die Keimblätter kleine Glasnadeln oder Amarylkörner aufzukleben, um darauf das Horizontalmikroskop zu richten, weil es eine genauere Beobachtung gestattet als die direkte Einstellung auf die Pflanze selbst. Alle derartige Versuche schlugen fehl durch die starke Nutation des Hypokotyls in der wachsenden Zone. Wenn man den Zuwachs der freiwachsenden Pflanze im Mikroskop beobachtet, so steht das Wachstum bisweilen scheinbar still, um darauf langsam zu einer abnormal hohen Geschwindigkeit zu steigen, wobei das Bild sich stark nach links oder rechts bewegt, um später wieder langsam auf niedrige Werte zu sinken. Ich brauche hierauf nicht näher einzugehen, da es sich sofort herausstellte, daß derartige Wachstumsmessungen keinen Wert hatten. Es war nur daraus schon abzuleiten, daß die nutierende Bewegung in Kreisen bis Ellipsen stattfindet, welche in $2^1/_2$ bis 3 Stunden vom Hypokotyl durchgelaufen werden.

Da auch in § 16 auf diese Nutation noch näher eingegangen werden muß, so will ich hier noch einige nähere Angaben über sie geben. Durch diese rotierende Nutation findet man die Hypokotylen im Dunkel in verschiedenen Winkeln gekrümmt, meistens 5^0 bis 15^0, höchstens bis 20^0. Bei diesen Krümmungen findet man keine Richtung besonders bevorzugt, nur scheinen die Ausbiegungen, wenn die Keimblätter stark nach einer Seite stehen, in der durch das Hypokotyl und durch oder zwischen die Keimblätter gelegten Ebene wohl etwas stärker zu sein als senkrecht darauf. Ich habe für einige Pflanzen die nutie-

rende Bewegung makroskopisch näher beobachtet, indem jede 20 bis 30 Minuten der Ablenkungswinkel und die Richtung der Krümmung bestimmt wurde.

Das Resultat war, daß der wachsende Teil des Hypokotyls in mehr oder weniger unregelmäßigen Kreisen oder Ellipsen herumgeht (z. B. Fig. 2). Es gibt Pflanzen, deren rotierende Nutation Krümmungen bis zu 20^0 aufweist, während andere innerhalb 10^0 oder weniger bleiben. Bisweilen wird die Pflanze recht, also die Nutationskrümmung 0^0, was natürlich am leichtesten bei den schwachnutierenden geschieht. Wie gesagt, wird die Nutationsellipse meistens in $2^1/_2$ bis 3 Stunden durchgelaufen. Die meisten Hypokotylen nutieren links, nur selten rechts; auch sah ich sie niemals ihre Richtung umkehren. Es ist wohl im Zusammenhang damit, daß die Hypokotylen, welche äußerlich eine Torsion aufweisen (s. oben), auch in den meisten Fällen links tordieren, selten rechts. Das sieht man auch an aufgehängten Pflanzen, welche meist ruhig hängen bleiben (s. unten), aber, wenn sie drehen, am freien unteren Ende sich meistens rechtsum, selten linksum wenden, also ebenfalls links tordieren, selten rechts.

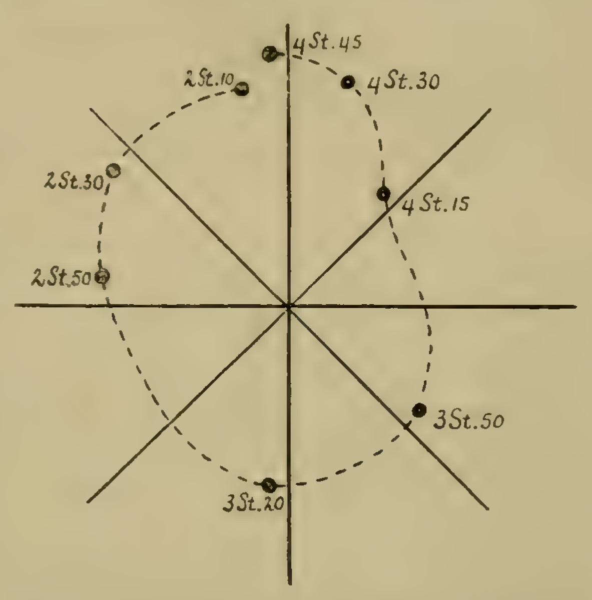


Fig. 2. Beispiel der rotierenden Nutation der Keimpflanzen von Helianthus globosus.

Um diese Pflanze verwenden zu können, mußte also die Nutation umgangen werden. Das war vielleicht zu erreichen, indem an die Pflanze auf die Weise des Auxanometers ein Faden befestigt wurde, der über eine Rolle laufend am unteren Ende ein Gewicht trägt. Das Gewicht sollte dann wenigstens so schwer sein, daß die rotierende Nutation aufgehoben wurde. Dabei entsteht aber ein Nachteil, indem durch die Rolle leicht Unregelmäßigkeiten entstehen können, welche auf die sehr genaue Beobachtung störend wirken, während außerdem eine

derartige Aufstellung schwerlich im kleinen Räume mit konstanter Temperatur stattfinden konnte. Darum habe ich versucht, ob ich die sehr kräftigen Pflanzen nicht aufhängen konnte, was auf eins hinauskommt, als wenn an der stehenden Pflanze das Gewicht des kleinen Töpfchens ($2^1/_2 \times 2^1/_2 \times 3$ cm) zieht. Dabei wurde vermieden, daß auf die Wurzeln ein Zug ausgeübt wurde, indem um die Basis des Hypokotyls Watten gelegt wurden und diese mit Gummiringen um das Hypokotyl und auf das Töpfchen befestigt wurden. Wird die Pflanze jetzt aufgehängt, so kann sie ohne irgendeine Verletzung das Töpfchen tragen. Der Keimling wird mittels einer geflochtenen Seidenschnur gerade unter den Kotylen aufgehängt und inmitten der vier Spiegel an den Bügel, des in § 4 beschriebenen Gerüstes, befestigt (s. Blaauw, 1914, S. 654, Fig 3).

Obwohl mir selbst diese Versuchsmethode wenig angenehm, weil nicht ganz natürlich, war, so hat sie sich bei genauer Vergleichung als sehr geeignet und ganz unschädlich herausgestellt. Wie ich hierunter näher zeigen will, ist die Wachstumsgeschwindigkeit an den aufgehängten Pflanzen sogar genau dieselbe wie an den stehenden Keimlingen, ist die Wachstumsverteilung dieselbe wie bei normal wachsenden Keimlingen und tritt schließlich, wie in § 12 bewiesen wird, die Photowachstumsreaktion bei stehenden und aufgehängten Pflanzen prinzipiell in derselben Form auf.

Nachdem diese Versuche mich von der Unschädlichkeit vollkommen überzeugt hatten, habe ich die Methode ruhig angewandt. Ich will jetzt hinweisen auf die großen Vorteile, welche diese Methode, nebst der Geduld fordernden Ausführung, aufweist: 1. Die Pflanze wächst außerordentlich regelmäßig und bewegt sich niemals seitlich aus dem Gesichtsfeld. 2. Es ist möglich die Pflanze schon 24 Stunden zuvor im Versuchskasten aufzustellen, und doch bei den kleinen Spiegeln sicher zu sein, daß das Licht am folgenden Tag gerade die wachsende Zone trifft. Der Keimling wird nämlich so aufgehängt, daß das von den Spiegeln zurückgeworfene Licht den Keimling gerade bis unter den Kotylen belichtet. Da die Pflanze an dieser Stelle aufgehängt ist, so bleibt sie auch weiter von hier an bis nach unten belichtbar, da sie nicht nach oben, aber nach unten wächst. Man vermeidet also ganz den Nachteil der Über-

bringung aus dem Kulturkasten in den Versuchskasten, weil dies schon 24 Stunden zuvor geschehen kann. 3. Ein dritter nicht geringer Vorteil liegt darin, daß die Versuchspflanze niemals vom Beobachtungslicht bestrahlt zu werden braucht! Es wird in eine Ecke des Töpfchens eine feine Nadel oder ein Glasfaden gesteckt, auf dessen Spitze das Horizontalmikroskop gerichtet wird. Ein kleiner Schirm wird so aufgestellt, daß das rote Beobachtungslicht wohl auf die Beobachtungsspitze, aber nicht auf die Pflanze fallen kann.

Auf diese Weise liefert die Methode bei dieser Pflanze keinen nachweisbaren Nachteil, wohl aber wichtige Vorteile.

Die Wachstumsschnelligkeit.

Um ein Urteil darüber zu bekommen, in welchem Stadium die Pflanze sich am besten für die Versuche eignet, wurde die Wachstumsschnelligkeit der Pflanzen verschiedener Größen makroskopisch bestimmt.

Es ergab sich als mittleres Wachstum bei verschiedener Größe das folgende Resultat:

Tabelle 1.

Länge des Hypokotyls	Mittlerer Zuwachs in 24 Stunden	Mittlerer Zuwachs pro Minute
25—35 cm	24 mm	17 μ
35—45 cm	27 mm	19 μ
45—55 cm	32 mm	22 μ
55—65 cm	37 mm	26 μ
65—75 cm	33 mm	23 μ

Später nimmt das Wachstum immer mehr ab und bei einer Länge von 15 bis 25 cm hört der Zuwachs ganz auf.

Für die Versuche werden nun Keimlinge gebraucht, welche am Anfang des Versuches 40 bis 60 cm lang sind. Das Wachstum ist aber, wie schon aus obigen Zahlen zu erwarten ist, nicht vollkommen konstant, aber steigt langsam im Laufe der Stunden an. Nur bei den längeren Keimpflanzen, welche bisweilen mehr als 35 μ pro Minute wachsen, steigt der Zuwachs nicht mehr, oder geht sogar etwas zurück. Ich habe berechnet, daß man bei den verwendeten Versuchspflanzen im Mittel auf eine (innere) Wachstumssteigerung von 2 bis 3% pro Stunde

rechnen muß. Wie die aufgehängten Pflanzen bei mikroskopischer Beobachtung zeigten, kann dies weniger sein, aber auch ausnahmsweise $4^1/_2$ bis $5^1/_2$% betragen. Diese Erscheinung trat an den stehenden und an den aufgehängten Pflanzen in gleicher Weise auf. Für die Beurteilung der Wachstumsreaktion muß damit natürlich Rechnung gehalten werden. Darum ist in Fig. 3 und 4 die Linie, welche das mittlere Wachstum der nicht belichteten Pflanze darstellt, mit einer Steigerung von 2 bis 3 % pro Stunde in die Figur eingetragen.

Wir wollen jetzt die makroskopisch gemessene Wachstumsgeschwindigkeit der stehenden Pflanzen mit der mikroskopisch gefundenen Geschwindigkeit der aufgehängten Pflanzen vergleichen.

Die 40 bis 60 mm langen Versuchspflanzen würden nach Tab. 1, wenn sie stehend wachsen, einen Zuwachs haben von im Mittel 19 μ (40 cm) bis im Mittel 26 μ (60 cm) pro Minute.

Aus den Anfangswerten von 71 aufgehängten Versuchspflanzen, welche also 40 bis 60 mm lang waren, ergab sich als mittlere Wachstumsgeschwindigkeit 22 μ. Also eine sehr genaue Übereinstimmung mit dem Wachstumswert der stehenden Pflanzen!

Die Wachstumsverteilung.

Für eine richtige Aufstellung des Versuches und Beurteilung der Resultate war es nötig die Länge der Wachstumszone und die Verteilung des Wachstums zu kennen. Die wachsende Zone hat bei Pflanzen von 40 bis 60 mm eine Länge von 30 bis 45 mm.

Da die Belichtungsspiegel so lang waren, daß sie eine Zone von 45 mm unter den Kotylen belichten konnten, so war deshalb immer die ganze wachsende Zone bestrahlt. Eine längere Zone konnte nicht belichtet werden, wegen der Versuchsaufstellung in dem beschränkten Raum des Thermostaten.

Für die Bestimmung der Wachstumsverteilung bei stehenden und aufgehängten Pflanzen habe ich viele Versuche ausgeführt auf eine etwas andere Weise als die übliche. Ich wollte nämlich zugleich einmal nachsehen, ob die Wachstumsverteilung bei feinerer Zonenverteilung mit mikroskopischer Beobachtung unregelmäßiger sein würde, als wie wir sie aus den meisten Untersuchungen kennen. Ich hatte doch bei den Luftwurzeln einer Cissusart im Urwald bei Tji Bodas eine Wachstumsver-

teilung gefunden, welche nicht nur ein, sondern zwei oder mehr Maxima aufwies (Blaauw 1912).

Auf die Hypokotylen wurden sehr kleine Marken aufgetragen mit Tusche oder Amarylstaub in Wasser. Die Flüssigkeit wurde in einem feinen Glaskapillar aufgesogen und damit wurden recht scharfe, kleine, schwarze Punkte auf den Keimling angebracht. Wenn man will, so kann man auf diese Weise Zonen von $^1/_2$ mm oder kleiner erreichen. Nachdem sie schnell aufgetragen sind, werden die Entfernungen bei vierzigmaliger Vergrößerung im Horizontalmikroskop gemessen. Im Tageslicht sind die schwarzen Punkte auf der weißen Pflanze recht scharf im Mikroskop zu beobachten. Es ist bei dieser mikroskopischen Messung gerade möglich, schon nach wenigen Stunden den Zuwachs der kleinen Zonen zu bestimmen, wodurch das Bild der Wachstumsverteilung noch genauer ist als nach z. B. 24 Stunden.

Die Anfangslängen der Zonen waren also ungleich und da dies für die Übersicht einer Tabelle mit mehreren Versuchen störend wirkt, so habe ich in den folgenden Tabellen Zonen von je 2 mm angenommen und darin die für die betreffenden Stellen gefundenen Prozentzahlen des Zuwachses eingetragen. Die erste Zone fängt am oberen Ende des Hypokotyls an, also unter der Einpflanzungsstelle der Keimblätter.

Die Tab. 2 gibt den Zuwachs in Prozenten der Anfangslänge nach einem Wachstum von fünf und sieben Stunden.

Die Tab. 3 läßt uns dasselbe sehen nach 22 und 23 Stunden bei stehenden und darauf bei aufgehängten Keimlingen.

Ich habe hier nur neun Versuche mitgeteilt, obwohl noch mehrere angestellt wurden, ohne aber ein anderes Resultat zu erzielen.

Wir können nun aus diesen Versuchen die folgenden Tatsachen entnehmen.

Die Wachstumsschnelligkeit nimmt vom oberen Ende des Hypokotyls, wo sie schon beträchtlich ist, schnell zu und erreicht meistens 4 bis 14 mm von oben ihren Maximalwert, um darauf langsam geringer zu werden, bis der Zuwachs auf einer Entfernung von 30 bis 45 mm gleich Null geworden ist.

Nur in wenigen Fällen (in den Tabellen nur in einem Fall) ergab sich mehr als ein Maximum. Es ist aber nicht ausge-

Tabelle 2.

Entfernung der Zonen von der Spitze mm	Zuwachs in Prozenten der ursprünglichen Länge				
	nach 5 Stunden Länge 60 mm	nach 5 Stunden Länge 47 mm	nach 5 Stunden Länge 58 mm	nach 7 Stunden Länge 46 mm	nach 7 Stunden Länge 53 mm
0—2	21	10	18	15	19
2—4	**29**	18	21	30	33
4—6	**27**	**20**	**25**	31	31
6—8	21	**20**	23	36	32
8—10	16	17	23	36	**37**
10—12	18	19	17	**37**	—
12—14	16	18	15	**37**	34
14—16	17	18	8	—	30
16—18	11	**23**	—	36	—
18—20	11	19	5	36	27
20—22	9	18	5	34	23
22—24	9	18	5	—	—
24—26	10	13	5	32	20
26—28	13	—	5	30	17
28—30	10	10	5	—	—
30—32	—	4	2	25	13
32—34	11	—	0	21	—
34—36	8	2	0	13	9
36—38	6	0	0	—	2
38—40	—	0	0	6	—
40—42	5	0	0	3	2
42—44	4	0	0	0	0
44—46	2	0	0	0	0
46—48	0	0	0	0	0

schlossen, daß hier noch von einem Beobachtungsfehler die Rede sein kann. Obwohl also das Resultat in diesem Punkte keine Übereinstimmung zeigt mit den Befunden bei den Cissus-Luftwurzeln, so würde es mir nicht unbegreiflich erscheinen, wenn man, je kleiner die Zonen genommen werden, um so leichter Unregelmäßigkeiten in der Reihe der Prozentzahlen bekommt, nicht nur durch Beobachtungsfehler, sondern auch durch innere Zufälligkeiten bei der Zellstreckung des vielzelligen Organs. Wo bei den genannten Luftwurzeln die Wachstumszone 20 mal länger ist, da konnten dann diese mehreren Maxima schon makroskopisch beobachtet und in gleicher Weise aufgefaßt werden. Wir wollen aber auf derartige Details, welche prinzipiell wahrscheinlich wenig wichtig sind, nicht näher eingehen.

Wir haben hier nur für die richtige Aufstellung und Beurteilung der weiteren Versuche die Wachstumsverteilung, welche übrigens nichts Neues zeigt, feststellen müssen.

Tabelle 3.

Entfernung der Zonen von der Spitze mm	Zuwachs in Prozenten der ursprünglichen Länge			
	Nach 22 Stunden Pflanze stehend	Nach 23 Stunden Pflanze stehend	Nach 22 Stunden Pflanze aufgehängt 38 mm	Nach 23 Stunden Pflanze aufgehängt 50 mm
0—2	62	68	72	16
2—4	115	84	**100**	70
4—6	160	100	94	111
6—8	**182**	125	86	**117**
8—10	173	147	68	—
10—12	172	**152**	67	**116**
12—14	147	143	63	113
14—16	115	119	64	103
16—18	98	123	42	—
18—20	70	100	39	100
20—22	47	86	27	92
22—24	39	68	—	—
24—26	—	63	21	81
26—28	33	59	—	85
28—30	27	43	11	—
30—32	17	37	1	70
32—34	15	21	0	60
34—36	—	—	0	42
36—38	9	11	0	38
38—40	4	0	0	34
40—42	0	0	0	29
42—44	0	0	0	3
44—46	0	0	0	0

Die Versuchsmethode.

Diese haben wir zum Teil schon oben mitgeteilt. Wir wollen noch einige Punkte zum richtigen Verständnis hervorheben. Die auf die beschriebene Weise aufgezogenen Keimlinge standen im Kulturkasten, also bei derselben Temperatur, bei welcher der Versuch stattfand. Die geeignete Versuchspflanze wurde am vorigen Tage an den Belichtungsapparat (mit den vier Spiegeln) aufgehängt und in den Versuchskasten übergebracht. Die Temperatur betrug in allen Versuchen 20° C mit der in § 2 beschriebenen hohen Stabilität.

Das Wachstum wurde gemessen mit einem Horizontalmikroskop oder Fernrohr, welches 70mal vergrößerte und dessen Vorderlinse ± 15 cm vom Objekt entfernt war. Das rote Beobachtungslicht war stärker als bei den Versuchen mit Phyco-

myces, aber die Keimlinge waren vor dem Licht völlig geschützt. Der Zuwachs wurde meistens jede 3 bis 5 Minuten beobachtet und war mit dieser Vergrößerung und Belichtung bis 4 μ genau festzustellen; auf eine Minute berechnet (wie in den Tabellen geschehen ist), ist der Beobachtungsfehler nicht größer als 1 μ pro Minute. Es ist mir aufgefallen, wie die Genauigkeit derartiger Beobachtungen (bei schwachem, rotem Licht) durch Übung steigt. Im Anfang bekam ich ziemlich stark wechselnde Zahlen für die Wachstumsgeschwindigkeit; später wird die Beobachtung viel genauer. Besonders muß man dabei auf die Breite der Mikrometermarken achten!

Vor der Belichtung wurde die Wachstumsgeschwindigkeit während 15 bis 30 Minuten festgestellt. Das Wachstum ist so regelmäßig, daß die gefundenen Zahlen sehr wenig variieren; nur sieht man die mittlere Schnelligkeit, wenn die Beobachtung längere Zeit fortgesetzt wird, langsam steigen, wie wir dies schon oben beschrieben haben.

Die Versuchsbelichtung geschah auf die übliche Weise, wie sie für Phycomyces schon beschrieben wurde. Die Pflanze wird vor dem direkten Licht von oben her geschützt, aber die vier Spiegel werfen das Licht seitlich senkrecht auf das Hypokotyl. Um einen eventuellen Einfluß der Kotylenbelichtung vorzubeugen, war die Pflanze so aufgehängt, daß das Licht die Keimblätter nicht treffen sollte. Nachdem schon einige Versuche angestellt waren, schien es mir doch erwünscht, die Kotylen vollständig zu verdunkeln. Ich meinte nämlich einen gewissen Einfluß der Kotylenbelichtung auf das Wachstum des Hypokotyls zu bemerken. Während diese wichtige Frage in einer folgenden Arbeit näher untersucht wird, habe ich weiter an allen Versuchspflanzen die Kotylen sicherheitshalber mit Stanniol verdunkelt gehalten. Dadurch kann keine der Eigentümlichkeiten der Photowachstumsreaktion, welche hierunter beschrieben werden, dem Einfluß einer Kotylenbelichtung zugeschrieben werden. Das Kämmerchen im Versuchskasten war annähernd mit Wasserdampf gesättigt. Auch wurde auf die Watten des Töpfchens am vorigen Tage noch reichlich Wasser gegossen. Es muß dabei noch darauf geachtet werden, daß der Temperaturunterschied zwischen dem Dunkelzimmer und dem

Versuchskasten nicht so groß sei, daß die inneren Fenster während der Belichtung oder durch die häufigen Beobachtungen anlaufen können.

Damit habe ich das Wichtigste über die Pflanze und die Versuchsmethode beschrieben. Man sieht, daß die Ausführung der Versuche im Anfang nicht immer glatt war und einige Schwierigkeiten überwunden werden mußten. Nachdem viele Versuche, denen noch gewisse Fehler anhafteten, wiederholt waren, wurden die Resultate erreicht, welche in den folgenden Paragraphen mitgeteilt werden.

---

§ 12. Die Photowachstumsreaktion der Hypokotylen von Helianthus globosus nach Belichtungen mit 4, 32, 256, 2048, 16400, 131200 und 1050000 M.-K.-S.

Im Anschluß an die Befunde bei Phycomyces nitens wurden die Belichtungen angefangen mit einer Lichtmenge von 256 M.-K.-S. Das Resultat war ganz abweichend; es zeigte sich keine Wachstumsbeschleunigung wie bei Phycomyces, sondern es trat nur eine schwache Wachstumsverringerung auf während der ersten Stunde nach der Belichtung. Es wurden dann Versuche mit stärkeren und schwächeren Bestrahlungen vorgenommen, da es nicht im voraus zu sagen war, ob wir bei 256 M.-K.-S. mit einer Überbelichtung oder einer sehr schwachen Belichtung zu tun hatten. Es stellte sich dann heraus, daß eine Lichtmenge von 32 M.-K.-S. eine viel kräftigere Reaktion hervorruft, obwohl ebenso eine Wachstumsverringerung. Darauf wurde noch schwächer belichtet, mit 4 M.-K.-S. Geringere Lichtmengen wurden nicht angewandt, da die Reaktion bei 4 M.-K.-S. schon ziemlich schwierig zu beobachten war.

Ich fange jetzt mit den Versuchen bei Belichtung mit 4 M.-K.-S. an (vierseitig). In allen folgenden Tabellen ist die Zeit der Beobachtung mit kleinen Buchstaben angedeutet; die Zeit vor der Belichtung steigt bis 60 Minuten heran. Vom Moment der Belichtung (60 oder 0 Minuten) an zeigen die Zeitzahlen also die Zeit, welche nach der Bestrahlung verflossen ist. Zwischen den kleinen Zahlen der Beobachtungszeiten ist in Fettdruck die Wachstumsgeschwindigkeit, d. h. der Zuwachs pro Minute in Mikren angegeben.

4 M.-K.-S.

Das Resultat dieser Belichtung zeigen die folgenden Tabellen:

Tabelle 4. 4 M.-K.-S. Vierseitig.

37	15	41	15	45	15½	50	15½	55	Licht
	15½	1	15½	5	15½	9	15½	13	15½
17	15½	21	15½	26	15½	30	15½	34	13½
39	14	43	14½	47	14½	51	14½	56	15
1 St. 2	15	1 St. 7	15	1 St. 12	15	1 St. 17	15	1 St. 22	15
1 St. 27	15	1 St. 32	14½	1 St. 37	14½	1 St. 42	15½	1 St. 47	15½
1 St. 51	15	1 St. 56	15	2 St. 1	15	2 St. 6			

Tabelle 5. 4 M.-K.-S. Vierseitig.

44	38½	48	38½	52	39	56	Licht	39	1
	39	5	39	9	39	13	38½	17	38½
22	38½	25	37	29	37	33	37	37	38½
41	37½	46	36	50	35	54	36	58	36
1 St. 2	36	1 St. 8	36	1 St. 15	36½	1 St. 20	36½	1 St. 25	37
1 St. 30	39	1 St. 37	39½	1 St. 44	39½	1 St. 50	39	1 St. 55	40
2 St.	39	2 St. 5							

Tabelle 6. 4 M.-K.-S. Vierseitig.

38	17	42	16	47	17	51	17½	Licht	5
	17	9	17	14	18	19	17	24	16½
29	16½	34	16½	39	16	43	15½	48	15½
53	16	58	16	1 St. 3	18	1 St. 7	18	1 St. 11	18
1 St. 15	18	1 St. 19	17	1 St. 24	18	1 St. 29	18	1 St. 34	18
1 St. 39	18	1 St. 44	18	1 St. 49	18	1 St. 53	18	1 St. 58	18
2 St. 3	18	2 St. 8	18	2 St. 13	18	2 St. 18	18	2 St. 22	

Tabelle 7. 4 M.-K.-S. Vierseitig.

51	21½	55	21½	59	Licht	22½	3	22½	7
	22½	12	22½	17	22½	24	22½	29	22½
34	22½	39	22	44	21½	51	20½	58	
1 St. 4	20½	1 St. 9	21½	1 St. 17	22½	1 St. 22	22½	1 St. 28	22½
1 St. 35									

Tabelle 8. 4 M.-K.-S. Vierseitig.

43	20½	47	20½	51	20½	55	20	Licht	1
	20	6	20	11	20	16	19½	21	19½
26	19½	31	19½	36	19½	41	19½	46	19
50	20½	54	20½	58	20½	1 St. 2	20½	1 St. 6	20½
1 St. 10	20½	1 St. 15	21	1 St. 20	21	1 St. 26	21½	1 St. 31	21½
1 St. 36	21½	1 St. 41	21½	1 St. 46	21½	1 St. 51	20½	1 St. 56	20½
2 St. 1	21½	2 St. 6							

Tabelle 9. 4 M.-K.-S. Vierseitig.

49	**19**	53	**19**	57	Licht		**19**		1	**19**	
5	**18½**	9	**18½**	13	**18½**	17	**18½**	22	**18**		
26	**18**	30	**18**	35	**18**	40	**18**	45	**18½**		
50	**18½**	55	**19½**	1 St.	**19½**	1 St. 5	**20½**	1 St. 10	**20½**		
1 St. 15	**21**	1 St. 20	**21**	1 St. 25	**21½**	1 St. 30	**21½**	1 St. 35	**21½**		
1 St. 40	**21½**	1 St. 45	**22**	1 St. 50	**22**	1 St. 55	**22**	2 St.	**22**		
2 St. 5											

Die Zunahme des Wachstums ist gewiß nicht dem Licht, sondern inneren Ursachen zuzuschreiben. Während das Wachstum also 2 Stunden nach der Belichtung 22 μ pro Minute war, fand ich es 5 Stunden nach der Belichtung = 25½ μ, und 9 Stunden nach der Belichtung = 29 μ.

Es folgt deutlich aus diesen Tabellen, daß das Wachstum während einiger Zeit zufolge der Belichtung etwas verringert wird, um später wieder die normale Wachstumsgeschwindigkeit zu erreichen. — Die Reaktion ist schwach, der Anfang und das Ende sind nicht scharf ausgeprägt. — Weitere Details sind nicht mit Bestimmtheit festzustellen. Es lassen sich aus den Tabellen die folgenden mittleren Zahlen für die Reaktion nach einer Belichtung mit 4 M.-K.-S. berechnen:

Tabelle 10.

Anfang der Reaktion nach	Minimales Wachstum nach	Normales Wachstum nach	Minimale Wachstumsgeschwindigkeit
34 Min.	34—39 Min.	56 Min.	87 %
25 „	50—54 „	90 „	90 %
24 „	43—48 „	63 „	90 %
39 „	51—69 „	77 „	91 %
16 „	46—50 „	50 „	94 %
5 „	22—45 „	55 „	92 %
im Mittel: **24** Min.	**41—51** Min.	**65** Min.	**91** %

Die Zahlen der Tabelle 10 sind nicht alle mit Genauigkeit den Tabellen 4 bis 9 zu entnehmen, doch geben die mittleren Zahlen deutlich das Bild der Reaktion. Besonders die gefundenen Minimalwerte des Wachstums zeigen eine große Übereinstimmung (Fig. 3).

32 M.-K.-S.

Bestrahlungen mit dieser Lichtmenge (64 S. $\times$ ½ M.-K.) rufen die Photowachstumsreaktion recht kräftig hervor, wie es die umstehenden Tabellen zeigen:

Tabelle 11. 32 M.-K.-S. Vierseitig.

46	20½	50	20½	54	20½	58	20½	Licht	2
	20½	6	21½	10	20½	14	19½	18	18½
22	18½	26	17	30	16	34	16	40	16½
44	16½	48	16½	52	16½	56	16½	1 St.	16½
1 St. 5	16½	1 St. 10	17	1 St. 15	17	1 St. 20	18	1 St. 25	19
1 St. 30	20½	1 St. 35	20½	1 St. 40	20½	1 St. 46	20	1 St. 52	19½
1 St. 58	19½	2 St. 3	19½	2 St. 8	19½	2 St. 13	19½	2 St. 18	19½
2 St. 24	19	2 St. 30	20½	2 St. 36	20½	2 St. 41	21	2 St. 46	21
2 St. 52	20½	2 St. 57							

Tabelle 12. 32 M.-K.-S. Vierseitig.

45	24½	49	24½	53	23½	57	24½	Licht	1
	23½	6	23	11	21½	16	19½	21	18½
26	18	31	14½	36	15½	41	16	46	16
51	16	56	18	1 St. 1	18½	1 St. 6	20½	1 St. 11	21½
1 St. 16	23½	1 St. 22	24	1 St. 27	24	1 St. 32	24	1 St. 37	25
1 St. 42	24	1 St. 47	21½	1 St. 52	21½	1 St. 47	21½	1 St. 52	22½
1 St. 57	21½	2 St. 1	21½	2 St. 6	20½	2 St. 11	20½	2 St. 16	22
2 St. 23	24	2 St. 28	24	2 St. 33					

Tabelle 13. 32 M.-K.-S. Vierseitig.

42	32	46	32	50	33	54	33	58	33	Licht	
2	34	7	34	11	33	15	34	19	33	23	33
27	33	31	32	35	32	39	31	43	32	47	31
51	32	55	32	59	33	1 St. 3	—	34	—	2 St. 18	36
2 St. 22	37	2 St. 26	36	2 St. 30							

Tabelle 14. 32 M.-K.-S. Vierseitig.

36	22	42	22	47	22	52	21	Licht	2
	20½	6	20½	10	19½	14	18½	18	16
22	15½	27	15½	32	15½	37	14½	42	14
47	15½	52	15½	57	15½	1 St. 2	17	1 St. 9	17½
1 St. 16	18	1 St. 21	17	1 St. 26	18	1 St. 31	17	1 St. 37	17
1 St. 43	15½	1 St. 49	17	1 St. 54	17	1 St. 59	18½	2 St. 4	19½
2 St. 9	20	2 St. 25	20	2 St. 20	21	2 St. 25	21½	2 St. 30	21½
2 St. 35									

Tabelle 15. 32 M.-K.-S. Vierseitig.

46	32½	51	32½	54	32½	57	Licht	32½	2
	33	7	32	11	32	15	31	19	31
23	31	27	28½	31	29½	35	32	39	31
43	31	47	33	51	33	56	34	1 St. 1	33
1 St. 6	34	1 St. 11	35	1 St. 16	34	1 St. 21	32½	1 St. 26	33
1 St. 31	33	1 St. 36	33	1 St. 41	33	1 St. 46	33	1 St. 51	

Tabelle 16. 32 M.-K.-S. Vierseitig.

47	23½	51	23½	55	23½	59	Licht	22½	3
	21½	7	21½	11	20½	15	20½	20	18½
25	17½	30	17	35	18½	40	18½	45	19
50	19	55	19½	1 St.	19½	1 St. 5	20½	1 St. 10	20½
1 St. 15	20½	1 St. 20	20½	1 St. 25	21½	1 St. 30	21½	1 St. 34	22½
1 St. 39	22½	1 St. 44	23	1 St. 49	23	1 St. 53	23	1 St. 59	24
2 St. 3									

Tabelle 17. 32 M.-K.-S. Vierseitig.

31	21	45	21	49	21	53	21	57	21
	Licht	2	19	6	18½	11	19	15	19
19	19	23	18	27	18	31	18	36	18
41	18½	46	18½	51	19½	58 —	21½ —	2 St. 14	

Es läßt sich an vier der sieben Tabellen außer der primären Wachstumsverringerung später noch eine zeitliche schwache Wachstumsansteigung, bisweilen oberhalb des Normalwertes, nachweisen. Darauf sinkt die Zuwachsgröße wieder und wird bald normal. Es ist nicht leicht festzustellen, ob eine derartige Steigerung des Wachstums der Reaktion angehört, oder zu der normalen Zunahme der Wachstumsgeschwindigkeit gerechnet werden muß. Wenn aber eine derartige Ansteigung nach kurzer Zeit wieder verschwindet, so habe ich gemeint sie bei diesen und folgenden Versuchen zu der Reaktion rechnen zu müssen.

Es muß dabei noch aufgemerkt werden, daß die sekundäre, zeitliche Ansteigung des Wachstums durchaus nicht immer über den Normalwert geht. Wichtig ist es aber, festzustellen, daß auch hier die anfängliche Wachstumsverringerung durch eine schwächere zeitliche Wachstumsansteigung gefolgt wird. Die Reaktion hat auch hier wie bei Phycomyces einen wellenartigen Verlauf, obwohl sie merkwürdigerweise gerade entgegengesetzt ist. — Es lassen sich die folgenden mittleren Zahlen berechnen für die Reaktion auf 32 M.-K.-S. (s. Tab. 18, S. 482).

Man sieht, daß die Lage des Minimums und Maximums in allen Versuchen sehr gut übereinstimmt. Für die Lage der zweiten Erreichung des Normalwertes habe ich keine mittlere Zahl aufgezeichnet, da dies nur ungenau sein würde.

Vergleichen wir jetzt die Resultate mit denen bei 4 M.-K.-S., so sehen wir, daß die Tabellen zum Teil in Form und Stärke der Reaktion sich noch an die Versuche mit 4 M.-K.-S. anschließen. Im Mittel ist die Reaktion bei 32 M.-K.-S. aber viel

Tabelle 18.

Anfang der Reaktion nach	Minimum nach	Normal nach	Maximum nach	Normal nach	Minimum-wert des Wachstums
14 Min.	30—40 Min.	90 Min.	1 St. 30 Min.—1 St. 46 Min.	2 St. 30 Min.	78 %
6 „	31—36 „	76 „	1 St. 16 Min.—1 St. 47 Min.	2 St. 23 Min.	60 %
19 „	39—51 „	63 „(?)	—	—	92 %
2 à 10 „	37—47 „	—	1 St. 16 Min.—1 St. 31 Min.	2 St. 25 Min.	86 %
7 „	27—31 „	47 „	1 St. 11 Min.—1 St. 16 Min.	1 St. 26 Min.	72 %
3 (?) „	30—35 „	110 „	—	—	86 %
2 (?) „	23—41 „	—?	—	—	65 %
± 8 Min.	**32—40 Min.**	**± 77 Min.**	**1 St. 18 Min.—1 St. 34 Min.**	—	**77 %**

stärker als bei 4 M.-K.-S. Sie tritt viel früher ein (nach 8 Minuten statt 24 Minuten), das Minimum wird 10 Minuten früher erreicht, die ganze Reaktion dauert länger und zeigt noch eine vorübergehende Ansteigung, der Minimumwert beträgt 77 % statt 91 %.

256 M.-K.-S.

Wie gesagt, haben die Versuche angefangen mit 256 M.-K.-S. und hatte diese Lichtmenge nur eine schwache Reaktion aufgeliefert. Als ich darauf die stärkere Reaktion bei 32 M.-K.-S. gefunden hatte, habe ich die Versuche mit 256 M.-K.-S. (16 S. × 16 M.-K.) mit großer Genauigkeit wiederholt, wobei aber dasselbe Resultat erreicht wurde. Das zeigen die folgenden Tabellen:

Tabelle 19. 256 M.-K.-S.

41	15½	46	15	50	16	54	15	58	Licht
	16	2	16	6	15	10	15	14	15
18	15	22	13½	26	13½	30	13½	34	14½
39	13½	44	14½	49	13½	54	14	1 St. 1	14½
1 St. 6	14½	1 St. 12	15½	1 St. 17	15½	1 St. 22	16	1 St. 29	16
1 St. 34	17	1 St. 41	17	1 St. 46	18	1 St. 52	18	1 St. 57	18
2 St. 2	18	2 St. 10	17½	2 St. 19	18	2 St. 24	17½	2 St. 32	

Tabelle 20. 256 M.-K.-S.

43	23½	47	23½	51	23½	55	24	59	Licht
	24	3	23½	7	23½	11	23	15	23
19	22	25	22	30	22	35	21½	39	21½
43	20½	47	20½	52	21½	56	21½	1 St.	22
St. 4	22	1 St. 8	23	1 St. 13	24	1 St. 18	24	1 St. 23	24
1 St. 28	23½	1 St. 33	23½	1 St. 38	23	1 St. 43	23½	2 St.	24
2 St. 4	24	2 St. 9	24	2 St. 14	24	2 St. 19	24	2 St. 24	24
2 St. 29	24½	2 St. 34	24½	2 St. 39					

Tabelle 21. 256 M.-K.-S.

45	21½	50	21½	54	22	59		Licht	22
3	21½	8	21½	12	20½	16	20½	21	20½
26	19	31	18	36	18	40	19	44	20½
48	20½	52	20½	56	19½	1 St.	21½	1 St. 5	21½
1 St. 9	22	1 St. 13	21½	1 St. 18	22	1 St. 22	24	1 St. 26	24
1 St. 30	24	1 St. 34	24	1 St. 38	24	1 St. 42	24	1 St. 46	25
1 St. 50	25	1 St. 55	24½	1 St. 59	24½	2 St. 3	24½	2 St. 7	24½
2 St. 11	24½	2 St. 17	24½	2 St. 27	24½	2 St. 32	24½	2 St. 39	24½
2 St. 44	24½	2 St. 49	24½	3 St. 2					

Tabelle 22. 256 M.-K.-S.

49	20	53	20	57	20	Licht		1	20
5	20½	10	20	14	20	18	20	22	18
26	18½	31	18	35	17	39	17	43	17
48	16	53	16	58	15½	1 St. 3	16	1 St. 8	15½
1 St. 14	16	1 St. 21	15½	1 St. 26	17½	1 St. 33	18	1 St. 38	18½
1 St. 43	19½	1 St. 48	19½	1 St. 53	19½	1 St. 58	19½	2 St. 3	20
2 St. 11	20	2 St. 18	21½	2 St. 27	21½	2 St. 32	21½	2 St. 38	

Tabelle 23. 256 M.-K.-S.

39	21½	44	21½	48	22	53	22	57	21½
Licht		2	21½	6	21½	10	21	14	21
18	20½	22	20½	27	19½	32	18½	37	18½
42	19½	47	19½	54	20½	1 St.	21½	1 St. 5	21½
1 St. 10	20½	1 St. 15	20½	1 St. 20	21½	1 St. 26	22	1 St. 31	22
1 St. 37	21½	1 St. 42	22½	1 St. 48	21½	1 St. 57	22	2 St. 2	21½
2 St. 8	21½	2 St. 11	20½	2 St. 16	20½	2 St. 21	20½	2 St. 26	

Tabelle 24. 256 M.-K.-S.

43	23	48	24	53	23½	57	24	Licht	
1	24	5	23½	9	23	14	23½	18	23½
22	23	27	22½	31	21½	35	21½	39	21½
43	21½	48	21½	53	22½	57	22½	1 St. 1	23½
1 St. 5	22½	1 St. 9	23½	1 St. 13	24½	1 St. 17	24½	1 St. 21	25½
1 St. 25	24½	1 St. 30	25½	1 St. 34	25½	1 St. 40	25½	1 St. 45	24½
1 St. 50	25½	1 St. 55	24½	2 St.	25½	2 St. 6	24½	2 St. 11	24½
2 St. 16									

Die äußerliche Reaktion ist bei 256 M.-K.-S. also viel schwächer als nach Belichtung mit 32 M.-K.-S. Wir konnten schon bei 32 M.-K.-S. wieder deutlich am Wachstum die Wirkung einer primären Reaktion und einer Gegenreaktion unterscheiden. Wie dies auch bei Phycomyces (bei viel größeren Lichtmengen) auftrat, so wird auch hier durch Superposition die äußerliche

Reaktion komprimiert, weil also die Gegenreaktion nicht nach der primären Reaktion auftritt aber schon bei 256 M.-K.-S. für einen sehr großen Teil mit ihr zusammenfällt, sie also teilweise aufhebt. Daß beim Helianthus diese Abnahme der Reaktionsstärke durch Superposition schon bei so viel geringerer Lichtmenge stattfindet als bei Phycomyces, glaube ich einfach daraus erklären zu müssen, daß bei Phycomyces (bei der einzelnen Zelle!) die primäre Reaktion sich sehr rasch abspielt, während sie beim Helianthus vier- bis fünfmal mehr Zeit braucht. Dadurch hat die Gegenreaktion viel mehr Gelegenheit die primäre Reaktion aufzuheben. Ich will nicht sagen, daß diese Erklärung für die einzelne Helianthuszelle an sich gelten wird, wohl aber für die resultierende Reaktion der gesamten Zellen dieser Keimlinge. Übrigens komme ich in § 13 noch hierauf zurück.

Die Resultate der Versuche mit 256 M.-K.-S. lassen sich wieder in die folgenden Zahlen zusammenfassen. Ein Maximum ist fast nicht zu unterscheiden. Die Tabelle 22 fällt außer der Reihe, während die übrigen gut übereinstimmen.

Tabelle 25.

Anfang der Reaktion nach	Minimum nach	Normal nach	Maximum ?	Minimumwert des Wachstums
6—22 Min. ?	22—34 Min.	1 St. 12 Min.—1 St. 22 Min.	1 St. 46 Min.—2 St. 2 Min. ?	87 %
7—11 „	43—52 „	1 St. 13 Min.	1 St. 13 Min.—1 St. 28 Min. ?	85 %
8—12 „	31—40 „	1 St. 9 Min.	1 St. 46 Min.—1 St. 55 Min. ?	82 %
22 „	58—86 „	2 St. 3 Min.	—	78 %
10 „	32—42 „	1 St. 20 Min.	1 St. 42 Min.—2 St. 2 Min. ?	86 %
9 „	31—53 „	1 St. 13 Min.	1 St. 30 Min.—1 St. 45 Min.	90 %
± 12 Min.	**36—51** Min.	**1** St. **23** Min.	**1** St. **35** Min.—**1** St. **50** Min. ?	**85 %**

Die Reaktion tritt nicht nur später, aber auch sehr langsam ein und ist auffallend schwächer. Das Auftreten eines sehr schwachen Maximums ist nur zweifelhaft; doch zeigt sich die fragliche vorübergehende Ansteigung des Zuwachses in den fünf Versuchen wohl ungefähr zu derselben Zeit.

2048 M.-K.-S.

Die Reaktion bei dieser Lichtmenge (32 S. × 64 M.-K.) ist die Verstärkung jener bei Belichtung mit 256 M.-K.-S. Es ist sehr schwierig ein genaues Bild dieser Reaktion zu bekommen, da die Kardinalpunkte meistens nicht stark hervortreten.

Tabelle 26. 2048 M.-K.-S.

40	**17**	50	**17**	54	**17**	59		Licht	**18**
3	**18**	7	**17**	11	**17**	15	**17**	19	**17**
24	**17**	29	**16**	34	**15½**	39	**15½**	44	**17½**
52	**18½**	57	**19½**	1 St. 2	**19½**	1 St. 7	**20½**	1 St. 12	**20½**
1 St. 17	**21½**	1 St. 22	**20½**	1 St. 27	**18½**	1 St. 32	**19½**	1 St. 37	**19½**
1 St. 42	**19½**	1 St. 47	**19½**	1 St. 53	**20½**	1 St. 58	**19½**	2 St. 3	

Tabelle 27. 2048 M.-K.-S.

47	**32**	51	**32**	55	**33**	59		Licht	**32**
3	**30**	7	**26½**	11	**26½**	15	**26½**	19	**26½**
23	**26½**	27	**25½**	31	**24½**	35	**24½**	40	**26½**
45	**27**	50	**29**	55	**29**	1 St.	**31**	1 St. 6	**32½**
1 St. 12	**32½**	1 St. 17	**33**	1 St. 23	**33**	1 St. 28	**33**	1 St. 33	**35**
1 St. 39	**35**	1 St. 44	**35**	1 St. 49	**34**	1 St. 54	**35**	1 St. 59	**35**
2 St. 3	**36½**	2 St. 8	**36½**	2 St. 14	**36**	2 St. 21	**36½**	2 St. 26	**36½**
2 St. 31									

Tabelle 28. 2048 M.-K.-S.

39	**18½**	44	**19**	48	**18½**	55	**19**	Licht	1
	19	5	**17**	9	**16**	13	**15**	17	**16**
21	**15**	25	**15**	29	**16**	33	**15**	37	**15**
41	**15**	45	**16**	49	**15**	53	**17**	57	**17**
1 St.	**17**	1 St. 6	**18**	1 St. 10	**18**	1 St. 14	**18**	1 St. 19	**18**
1 St. 24	**18**	1 St. 28	**18**	1 St. 32	**17**	1 St. 36	**17**	1 St. 40	**19**
1 St. 43	**18**	1 St. 48	**18**	1 St. 53	**18**	1 St. 58	**18**	2 St. 4	**19½**
2 St. 9	**19½**	2 St. 15	**19½**	2 St. 21	**19½**	2 St. 26	**18½**	2 St. 31	**18½**
2 St. 36	**18½**	2 St. 41	**18½**	2 St. 46	**18**	2 St. 51	**18**	2 St. 56	**18½**
3 St. 1									

Tabelle 29. 2048 M.-K.-S.

31	**19½**	35	**20½**	39	**20½**	43	**20½**	48	**19½**
54	**20½**	57	**20½**		Licht	1	**19**	5	**19½**
8	**18**	11	**18**	15	**18½**	18	**19½**	21	**19½**
24	**18½**	27	**18½**	30	**17**	34	**17½**	38	**17**
43	**17**	47	**15½**	50	**15½**	52	**17**	55	**18**
59	**17**	1 St. 2	**17**	1 St. 6	**17**	1 St. 10	**17**	1 St. 15	**19½**
1 St. 21	**19½**	1 St. 26	**19½**	1 St. 32	**19½**	1 St. 37	**19½**	1 St. 42	**20½**
1 St. 46	**20**	1 St. 50	**20**	1 St. 54	**20**	1 St. 59	**20**	2 St. 3	

Tabelle 30. 2048 M.-K.-S.

42	19	46	19½	49	19	59	Licht		19
2	19	6	19	10	17	13	15½	16	15½
19	17	23	17	26	18	30	18	33	18
36	18	39	18	43	18½	47	18½	51	19
55	21	1 St.	21	1 St. 4	22	1 St. 8	21	1 St. 12	22
1 St. 16	22	1 St. 20	23½	1 St. 25	22	1 St. 30	21½	1 St. 35	23
1 St. 39	22	1 St. 43	22	1 St. 48	21½	1 St. 54	22	1 St. 58	23½
2 St. 4	22	2 St. 8	23	2 St. 12	22	2 St. 16	22	2 St. 23	23
2 St. 30									

Tabelle 31. 2048 M.-K.-S.

43	15½	48	15½	53	15½	58	Licht		15½
6	15½	9	15	12	15	15	15	18	15
21	15	24	15	27	15	30	15	33	14½
36	14½	39	15	43	15	48	15	52	13
55	13	58	13½	1 St. 3	13½	1 St. 6	14½	1 St. 9	14
1 St. 12	14	1 St. 15	15	1 St. 18	14	1 St. 21	14	1 St. 24	15
1 St. 29	15	1 St. 34	15½	1 St. 37	15½	1 St. 40	15½	1 St. 45	16
1 St. 51	16	1 St. 55	15½	2 St.					

Aus diesen Tabellen sind die folgenden Zahlen abzuleiten:

Tabelle 32.

Anfang der Reaktion nach	Vorübergehende Ansteigung nach	Minimum nach	Normal nach	Maximum nach	Minimumwert des Wachstums
7 ? Min.	—	34—44 M.	52 M.	1 St. 17 M.—1 St. 22 M.	86 %
3 „	—	31—40 „	1 St. 6 M.—1 St. 17 M.	1 St. 17 M.—?	75 %
5 „	—	33—45 „	?	2 St. 4 M.—2 St. 26 M. ?	79 %
8 ? „	18—24 M.	47—52 „	1 St. 15 M.—1 St. 21 M.	—	78 %
10 „	—	13—19 „	51—55 M.	1 St. 20 M.—?	82 %
9 „	39—52 M.	52—58 „	1 St. 34 M.	—	84 %
± **7** Min. ?	—	**35—43** M.	± **1** St. **10** ? M.	—	**81** %

Diese Reaktion ist also etwas kräftiger als bei 256 M.-K.-S. Sie fängt wohl undeutlich aber doch merklich früher an. Auch die Zeit des Normalwerdens und eines Maximums sind nicht scharf ausgeprägt. Man muß nun aber darauf achten, daß die Reaktion den Übergang bildet zu jener bei kräftigeren Bestrahlungen. Das zeigen Tabellen 29 und 31, wo eine sehr schwache vorübergehende Ansteigung der Wachstumsgeschwindigkeit schon viel früher stattfindet, wie dies bei Belichtungen mit 16 400 M.-K.-S.

usw. sehr charakteristisch ist. Außerdem sieht man in Tabelle 27 und 30, daß die (spätere) Ansteigung längere Zeit fortdauert, so daß die Geschwindigkeit des Zuwachses nach $2^1/_2$ Stunden noch über den Normalwert bleibt. Diese Versuche hätten also länger fortgesetzt werden müssen. Dabei kommen wir jetzt also zu der Schwierigkeit, entscheiden zu müssen, ob eine Wachstumsgeschwindigkeit, welche nach $2^1/_2$ oder mehreren Stunden über den Anfangswert liegt, noch zu der Photowachstumsreaktion gehört, oder inneren Ursachen zuzuschreiben ist. Hierauf kommen wir bei der Besprechung der 16400 M.-K.-S.-Belichtungen zurück.

16400 M.-K.-S.

Diese Belichtung wurde erreicht, indem das Licht der Nitralampe (durch Distanz und Spiegel abgeschwächt) mit einer Intensität von 512 M.-K. während 32 Sek. die Pflanze vierseitig bestrahlte. Es war also theoretisch eine Belichtung mit 16384 M.-K.-S., welche Zahl ruhig auf 16400 abgerundet werden kann.

Jetzt wird die Reaktion viel charakteristischer, obwohl sie sich bei den durch 2048 M.-K.-S.-Belichtungen hervorgerufenen Erscheinungen gut anschließt.

Tabelle 33. 16400 M.-K.-S.

35	19½	40	19½	45	18½	50	19	56	19½
Licht		2	20	4	18½	7	13	10	13
14	12	18	14½	21	15½	24	18½	27	18½
30	19½	33	18½	36	17	39	17	42	17
45	15½	48	14½	51	15½	54	14½	57	17
1 St.	19½	1 St. 3	18½	1 St. 6	18½	1 St. 9	18½	1 St. 12	19
1 St. 16	19½	1 St. 19	19	1 St. 23	19½	1 St. 26 —	18½ —	2 St. 34	18
2 St. 39	18	2 St. 44	17	2 St. 49	17	2 St. 54	18	3 St. 1	

Tabelle 34. 16400 M.-K.-S.

33	13½	37	13	42	13½	46	13	50	13½
54	13	58	13½	Licht		2	12	6	9½
10	7	13	6½	17	7	20	6½	24	8½
28	10	33	10½	37	9½	42	7½	47	9½
51	9½	56	9½	1 St.	10	1 St. 4	13	1 St. 9	13½
1 St. 13	13	1 St. 17	13½	1 St. 21	13½	1 St. 25	13½	1 St. 29	13½
1 St. 34	13½	1 St. 38	15	1 St. 42	15	1 St. 46	15	1 St. 50	15
1 St. 54	15	1 St. 58	15	2 St. 2	15	2 St. 7	15	2 St. 11	15½
2 St. 15	15½	2 St. 19	16	2 St. 24					

Tabelle 35. 16400 M.-K.-S.

32	**30½**	43	**30½**	48	**30½**	58	Licht		**28**
2	**21½**	5	**21½**	7	**18½**	11	**19½**	14	**21½**
17	**25½**	20	**28**	23	**29**	26	**30½**	29	**28**
33	**28**	37	**28**	41	**26½**	44	**25½**	49	**29½**
53	**30½**	57	**34**	1 St. 1	**32½**	1 St. 5	**33**	1 St. 9	**31½**
1 St. 13	**31**	1 St. 18	**31**	1 St. 21	**31**	1 St. 25	**31**	1 St. 29	**31½**
1 St. 34	**32**	1 St. 38	**32**	1 St. 44	**31½**	1 St. 48	**31½**	1 St. 53	**32**
1 St. 59	**32**	2 St. 5							

Tabelle 36. 16400 M.-K.-S.

47	**19**	51	**19**	55	**19**	59	Licht		**18**
3	**17**	6	**15½**	9	**14½**	12	**14½**	15	**13**
17	**17**	20	**17**	24	**17**	27	**18**	30	**19**
33	**17**	36	**17**	40	**17**	44	**16**	48	**19**
51	**18**	55	**18**	59	**19**	1 St. 3	**20½**	1 St. 7	**21½**
1 St. 10	**21½**	1 St. 13	**21½**	1 St. 16	**21½**	1 St. 20	**21½**	1 St. 23	**21½**
1 St. 26	**22**	1 St. 31	**22**	1 St. 36	**21½**	1 St. 41	**22**	1 St. 47	**22**
1 St. 50	— **22** —	4 St. 5							

Tabelle 37. 16400 M.-K.-S.

41	**26**	45	**25**	50	**25½**	54	**25**	58	**25½**
	Licht	1½	**25½**	3	**17**	5	**18½**	8	**15½**
11	**13**	14	**10**	17	**13**	20	**13**	23	**19½**
26	**19½**	29	**23**	32	**23**	35	**21½**	39	**20½**
43	**21½**	46	**21½**	49	**20½**	53	**22**	57	**26½**
1 St. 1	**28**	1 St. 4	**26½**	1 St. 7	**29½**	1 St. 10	**29½**	1 St. 14	**31½**
1 St. 19	**30½**	1 St. 23	**32½**	1 St. 27	**32½**	1 St. 33	**32½**	1 St. 36	**30½**
1 St. 40	**32½**	1 St. 44	**31½**	1 St. 49	**31½**	1 St. 55	**32½**	2 St. 2	**34**
2 St. 5	**34**	2 St. 10	**34**	2 St. 15					

Die Zusammenfassung gibt uns die folgende Tabelle:

Tabelle 38.

Anfang der Reaktion nach	Erstes Minimum nach	Erstes Maximum nach	Zweites Minimum nach	Normal nach
4—7 Min.	14—18 Min.	30—33 Min.	48—57 Min.	—
2—6 „	13—24 „	33—37 „	42—47 „	69 Min.
0—2 „ ?	7—11 „	26—29 „	44—49 „	57 „
0—3 „ ?	15—17 „	30—33 „	44—48 „	48—63 „
3 „	14—17 „	29—35 „	39—53 „	57 „
± 3 Min.	**13—18** Min.	**30—33** Min.	**43—51** Min.	**60** Min.

Tabelle 38. (Fortsetzung.)

Anfang der Reaktion nach	Ansteigung über den Normalwert nach	Wachstumswert des ersten Minimums	Wachstumswert des zweiten Minimums
4—7 Min.	—	62 %	74 %
2—6 „	1 St. 38 Min.—?	48 %	56 %
0—2 „ ?	57—69 Min. ?	61 %	84 %
0—3 „ ?	63—?	68 %	84 %
3 „	61—?	39 %	80 %
± 3 Min.	**± 1** St. **10** Min.—?	**56** %	**76** %

Die Reaktion fängt jetzt viel rascher an, im Mittel nach drei Minuten. Zwei Versuche können nicht beweisen, daß die Wachstumsverringerung dabei nicht direkt bei der Belichtung anfängt. Doch ist es wohl ohne Zweifel, daß die Wachstumsabnahme nicht direkt, sondern nach wenigen Minuten auftritt. Das lassen auch die folgenden Versuche bei stärkeren Bestrahlungen und bei Dauerbelichtungen unzweifelhaft erkennen. Daß bisweilen der Wachstumswert schon unmittelbar nach der Belichtung etwas geringer ist als zuvor, ist nicht als Reaktion anzusehen, da andererseits auch in einigen Fällen die Wachstumsgeschwindigkeit etwas höher ist als vor der Bestrahlung. Das ist nur Beobachtungsfehlern oder kleinen inneren Wachstumsschwankungen zuzuschreiben.

Es ist nun aber für die Reaktion sehr typisch, daß auf die kräftige Wachstumsverringerung ± 18 Minuten nach der Belichtung wieder eine Ansteigung folgt, welche 15 Minuten später wieder in eine Wachstumsabnahme übergeht, so daß 43 bis 51 Minuten nach der Belichtung ein zweites Minimum auftritt. Um 60 Minuten ist meistens das Wachstum normal. Darauf steigt der Zuwachs noch über den Anfangswert hinaus und das dauert bisweilen ziemlich lange fort.

Wie schon bei den Bemerkungen über 2048 M.-K.-S.-Belichtungen gesagt wurde, ist es schwierig zu entscheiden, inwieweit der Wachstumsgeschwindigkeit zwei, drei oder mehr Stunden nach der Belichtung der Lichtreaktion oder der inneren Wachstumssteigerung zugeschrieben werden muß. Es ist aber

wohl gewiß, daß nach ± 70 Minuten vielfach das Wachstum ziemlich lang über seinen Normalwert steigt, um allmählich wieder in den für die späteren Stunden normalen Wachstumswert überzugehen. Das wird auch durch die hierunter folgenden Versuche bestätigt.

Man sieht weiter, daß immer das erste Minimum tiefer liegt als das zweite (resp. 56% und 76% des Normalwachstums).

Das Bild der Photowachstumsreaktion ist bei diesen und den folgenden Belichtungen recht interessant. Es läßt sich so deutlich die Wechselwirkung der primären und antagonistischen Reaktion erkennen. Zurzeit, wo bei geringen Belichtungen (32 M.-K.-S.) die Wachstumsverringerung am stärksten ist, da findet man bei diesen Überbelichtungen das erste Maximum der vorübergehenden Ansteigung. Es wird also der (negative) Gipfel der primären Wachstumsreaktion durch die Gegenreaktion eingedrückt, wodurch statt nur einem Minimum ein früheres und ein späteres Minimum des Zuwachses hervortreten. Gerade dieselben Erscheinungen haben wir bei Phycomyces von 16000 M.-K.-S. an beobachtet (s. Blaauw, 1914, S. 675—676). Man wird jetzt einsehen, wie diesen physiologischen Wachstumsreaktionen so verschiedenartiger Pflanzen ganz ähnliche allgemeine physikalisch-chemische Gesetze zugrunde liegen. Später treibt die Gegenreaktion (nach ± 70 Minuten) das Wachstum vielfach über den Normalwert, nachdem die primäre Reaktion fast ausgewirkt oder jedenfalls stark abgeschwächt ist.

131200 M.-K.-S.

Diese Bestrahlung wurde ausgeführt mit 4096 M.-K. der Nitralampe während 32 Sekunden. Die Kammer des Thermostaten wurde gegen Temperaturerhöhung geschützt, indem auf der äußeren Glasplatte während der Belichtung eine Schale mit frischem Wasser stand. Dadurch wurde die von der Nitralampe hervorgerufene Temperatursteigerung der Luft kompensiert und die Wärmestrahlung genügend absorbiert.

Die Resultate erwähnen die folgenden Tabellen:

Tabelle 39. 131 200 M.-K.-S.

46	**25½**	48	**25½**	53	**25½**	58	Licht		**26½**
2	**21½**	5	**15½**	8	**13**	12	**12**	16	**9½**
21	**11**	26	**17**	29	**19**	33	**17**	37	**17**
40	**17**	43	**17**	46	**13½**	50	**14½**	53	**15½**
56	**17**	59	**19½**	1 St. 2	**22**	1 St. 5	**25½**	1 St. 10	**28**
1 St. 13	**30½**	1 St. 16	**30½**	1 St. 20	**31½**	1 St. 23	**33**	1 St. 26	**33**
1 St. 29	**33**	1 St. 35	**32**	1 St. 41	**33**	1 St. 45	**33**	1 St. 51	**33**
1 St. 56	**32½**	2 St. 1	**32½**	2 St. 5	**33**	2 St. 9	**33**	2 St. 13	

Tabelle 40. 131 200 M.-K.-S.

31	**23½**	35	**23½**	39	**24½**	43	**24½**	47	**23½**
51	**23½**	55	**23½**	59	Licht		**23½**	3	**18½**
6	**17**	9	**13**	12	**8½**	15	**8½**	18	**10**
21	**13**	24	**18½**	27	**24**	30	**27**	33	**27**
36	**24**	39	**23**	42	**20½**	47	**18**	51	**18**
55	**19**	59	**21½**	1 St. 3	**21½**	1 St. 7	**25½**	1 St. 11	**27**
1 St. 14	**27**	1 St. 17	**28**	1 St. 20	**28**	1 St. 23	—**26½**—	2 St. 38	**24½**
2 St. 43	**24½**	2 St. 49	**25**	2 St. 53	**25½**	2 St. 57	**26½**	3 St. 1	**27**
3 St. 5	**27**	3 St. 10	**28**	3 St. 14	**28**	3 St. 18			

Tabelle 41. 131 200 M.-K.-S.

46	**20½**	50	**21½**	54	**21½**	58	**21½**	Licht	
1	**21½**	4	**17**	7	**14½**	10	**13**	13	**10**
16	**11**	19	**11**	22	**13½**	25	**18**	29	**17**
33	**18½**	36	**18½**	39	**18½**	42	**19½**	45	**20½**
48	**23½**	52	**23½**	56	**24**	58	**25½**	1 St. 1	**28**
1 St. 4	**25½**	1 St. 8	**25½**	1 St. 11	**25½**	1 St. 14	**27½**	1 St. 17	**27**
1 St. 21	**26½**	1 St. 24	**27**	1 St. 28	**27**	1 St. 31	**25½**	1 St. 34	**26½**
1 St. 37	**26½**	1 St. 41	**25½**	1 St. 48	**24**	1 St. 53	**24**	1 St. 59	**23½**
2 St. 3	**23½**	2 St. 7	**22**	2 St. 11	**22**	2 St. 15	**22**	2 St. 21	**22**
2 St. 26	**22**	2 St. 31	**21½**	2 St. 36	**22**	2 St. 42			

Tabelle 42. 131 200 M.-K.-S.

50	**24**	53	**24**	56	**24**	59	Licht		**23**
2	**17**	5	**15**	8	**13**	11	**11**	14	**11**
17	**10**	20	**8½**	23	**10**	26	**14½**	29	**14½**
32	**18½**	35	**19½**	38	**18½**	41	**17**	44	**17**
47	**15½**	50	**15½**	53	**15½**	56	**15½**	59	**15½**
1 St. 2	**15½**	1 St. 5	**17**	1 St. 8	**18½**	1 St. 11	**18½**	1 St. 14	**18½**
1 St. 17	**18½**	1 St. 20	**19½**	1 St. 23	**19½**	1 St. 26	**20**	1 St. 29	**20**
1 St. 32	**19½**	1 St. 35	**21½**	1 St. 38	**21½**	1 St. 41	**21½**	1 St. 44	**23**
1 St. 47	**24**	1 St. 50	**23**	1 St. 53	**24**	1 St. 56	**25½**	2 St. 2	**25½**
2 St. 5	**27½**	2 St. 10	**29**	2 St. 14	**30**	2 St. 18	**30**	2 St. 22	

Tabelle 43. 131 200 M.-K.-S.

43	**25½**	48	**26½**	53	**25½**	58	Licht		**26½**
2	**24**	4	**17**	6	**15**	8	**13**	12	**10**
15	**8½**	18	**8½**	21	**8½**	24	**13**	27	**15½**
30	**18½**	33	**23**	36	**23**	39	**19½**	43	**18½**
46	**18**	50	**19½**	53	**18½**	56	**22**	1 St.	**24**
1 St. 3	**25½**	1 St. 6	**29**	1 St. 10	**30**	1 St. 14	**33**	1 St. 17	**33**
1 St. 20	**30½**	1 St. 23	**30½**	1 St. 28	**30½**	1 St. 33	**29½**	1 St. 38	**30½**
1 St. 42	**30½**	1 St. 46	**30½**	1 St. 50	**30½**	1 St. 54	**32½**	1 St. 58	**32½**
2 St. 2	**32½**	2 St. 4	**34**	2 St. 8	**34**	2 St. 13	**33½**	2 St. 16	**33½**
2 St. 19	**34**	2 St. 25							

Die Zusammenfassung geben uns wieder die folgenden mittleren Zahlen.

Tabelle 44.

Anfang der Reaktion nach	Erstes Minimum nach	Erstes Maximum nach	Zweites Minimum nach	Normal nach
mindestens 2 Min.	16—21 Min.	29—33 Min.	46—50 Min.	1 St. 10 Min.
„ 3 „	12—18 „	30—36 „	47—55 „	1 „ 7 „
„ 4 „	13—16 „	— „	— „	48 „
„ 2 „	20—23 „	35—38 „	47—65 „	1 „ 44 „
„ 2 „	15—24 „	33—39 „	46—50 „	1 „ 6 „
Nach **2—3** Min.	**15—20** Min.	**32—37** Min.	**46—55** Min.	± **71** Min.

Anfang der Reaktion nach	Zweites Maximum nach	Wachstumswert des ersten Minimums	Wachstumswert des zweiten Minimums
mindestens 2 Min.	1 St. 23 Min.—?	37 %	52 %
„ 3 „	1 St. 17 Min.—1 St. 30 Min.?	36 %	77 %
„ 4 „	1 St. 14 Min.—1 St. 31 Min.	47 %	—
„ 2 „	?—?	35 %	65 %
„ 2 „	1 St. 14 Min.—1 St. 20 Min.	33 %	69 %
Nach **2—3** Min.	**1** St. **17** Min.—± **1** St. **30** Min.	**38** %	**66** %

Die Reaktion ist prinzipiell dieselbe wie bei 16 400 M.-K.-S., aber in allen Teilen stärker entwickelt. Der Anfang liegt gewiß nicht innerhalb 2 Minuten nach der Belichtung, wahrscheinlich auch nach ungefähr 3 Minuten, wie bei 16 400 M.-K.-S Wir unterscheiden mit einer Ausnahme wieder ein erstes und

zweites Minimum, welche noch viel tiefer liegen als bei 16400 M.-K.-S. und resp. einen Wachstumswert von 38% und 66% aufweisen. Auch hier ist stets das erste Minimum tiefer als das zweite. Es wird wohl kein Zufall sein, daß die Kardinalpunkte der Minima, des ersten Maximums usw., alle wenige Minuten später auftreten als bei 16400 M.-K.-S.

Wir haben bei 16400 M.-K.-S. unterscheiden können, daß der Zuwachs nach ± 1 St. 10 Min. während einiger Zeit meistens über den Normalwert steigt. Wir können nun hier sehen, daß der Zuwachs, nach ± 71 Minuten normal geworden, meistens sofort weiter steigt und daß in den meisten Fällen ein zweites Maximum (± 1 St. 17 Min. — ± 1 St. 30 Min.) zu beobachten ist. Darauf sinkt der erhöhte Wachstumswert oder er dauert noch längere Zeit fort mit geringen Schwankungen.

Ich habe diese Versuche nicht länger fortgesetzt, da der Vergleich mit dem Anfangswachstum zur Zeit der Belichtung wenig wertvoll ist.

Kurzgefaßt können wir also sagen, daß nach ± 70 Minuten die Gegenreaktion den Wachstumswert noch über den Normalwert treibt und daß diese mäßige Wachstumsvergrößerung während einiger Zeit mit gewissen Schwankungen andauert. Nochmals weise ich hier auf die merkwürdige Übereinstimmung mit den Befunden bei Phycomyces nitens hin.

1050000 M.-K.-S.

Diese Belichtungen wurden ausgeführt mit 16400 M.-K. der Nitralampe während 64 Sekunden. Es konnte dabei nicht verhindert werden, daß innerhalb der Kämmerchen die Temperatur wohl $^1/_{10}{}^0$ bis $^1/_5{}^0$ C stieg. Ich gebe hier nur vier Versuche und will diesen nicht zu viel Wert beimessen, da die Resultate jetzt wieder nicht so gleichförmig sind als bei den früheren Bestrahlungen.

Tabelle 45. 1050000 M.-K.-S.

43	**17**	47	**18**	51	**18**	59	Licht		**18**
3	**14**	7	**10**	11	8½	15	6½	19	6½
23	6½	27	6½	31	6½	35	8½	39	8½
43	8½	47	**10**	51	8½	55	8½	59	10½

1 St. 3	10½	1 St. 7	10½	1 St. 11	13	1 St. 15	13	1 St. 19	13
1 St. 23	15	1 St. 27	16	1 St. 31	16	1 St. 35	16	1 St. 39	16
1 St. 44	17	1 St. 49	17	1 St. 54	17	1 St. 59	17	2 St. 4	18½
2 St. 9	19½	2 St. 14	22	2 St. 20	22	2 St. 24	22	2 St. 28	24
2 St. 33	23½	2 St. 39	24½	2 St. 44	24½	2 St. 48	25½	2 St. 52	25½
2 St. 56									

Tabelle 46. 1050000 M.-K.-S.

45	20½	51	20	55	20½	59		Licht	21
3	15	8	12	11	7½	15	8½	19	11½
23	12½	27	14	31	14	35	13	39	12
43	14	47	15½	51	17	55	18	1 St.	18
1 St. 4	18	1 St. 9	17	1 St. 13	18	1 St. 18	18	1 St. 23	18
1 St. 28	19½	1 St. 33	19½	1 St. 38	20½	1 St. 43	20½	1 St. 48	19½
1 St. 54	18½	1 St. 59	18½	2 St. 4	18½	2 St. 9	19½	2 St. 14	18½
2 St. 19	19½	2 St. 26	19½	2 St. 31	18½	2 St. 36	20	2 St. 43	20½
2 St. 48	22	2 St. 53	21½	2 St. 58	21½	3 St. 3	22	3 St. 8	21½
3 St. 13	21½	3 St. 18							

Tabelle 47. 1050000 M.-K.-S.

40	15½	45	15	49	15	55	15½	58	Licht
	16	2	14	6	12	10	8½	14	7½
18	7½	22	6½	26	6½	30	7½	34	7½
38	7½	42	7½	46	7½	50	7½	54	7½
58	8½	1 St. 2	10½	1 St. 6	13	1 St. 10	14	1 St. 14	16
1 St. 18	16	1 St. 22	18	1 St. 26	19	1 St. 30	19	1 St. 34	19
1 St. 38	20	1 St. 42	19	1 St. 46	21½	1 St. 50	20	1 St. 54	21½
1 St. 58	21½	2 St. 2	21½	2 St. 8	21½	2 St. 12	21½	2 St. 16	21½
2 St. 20	20	2 St. 24	21½	2 St. 28	20	2 St. 32	21½	2 St. 36	19
2 St. 40	20	2 St. 44	20	2 St. 48	19	2 St. 52	19	2 St. 56	19
3 St.	20	3 St. 4	20	3 St. 8	19	3 St. 12	19	3 St. 16	19
3 St. 20	18	3 St. 24	18	3 St. 28	18	3 St. 32	18½	3 St. 37	18½
3 St. 42	18	3 St. 48							

Tabelle 48. 1050000 M.-K.-S.

48	13	55	13	59		Licht	13½	4	9½
8	7½	12	6½	16	5½	20	5½	24	5½
28	7½	32	10½	36	11½	40	13	44	11½
48	9½	52	8½	56	8½	1 St.	9½	1 St. 4	10½
1 St. 8	11½	1 St. 12	13	1 St. 16	11½	1 St. 20	13	1 St. 24	11
1 St. 29	11	1 St. 34	11½	1 St. 38	11	1 St. 43	12	1 St. 48	11
1 St. 53	11	1 St. 59	11	2 St. 4	11	2 St. 9	11	2 St. 14	11
2 St. 19	11	2 St. 24	11	2 St. 29	11	2 St. 34	12	2 St. 46	10
2 St. 51	10	2 St. 55							

Die folgende Tabelle gibt uns wieder die Zusammenfassung:

Tabelle 49.

Anfang der Reaktion nach	Erstes Minimum nach	Erstes Maximum nach	Zweites Minimum nach	Normal nach
3 Min.	15—35 Min.	47—51 Min.?	51—59 Min.	2 St. 4 Min.
3 "	11—15 "	27—35 "	39—43 "	1 " 38 "
2 "	22—30 (oder 14—58) Min.			1 " 18 "
4 "	16—28 "	40—44 Min.	52—60 "	1 " 12 "
3 Min.	**14—26** Min.	**38—43** Min.?	**47—54** Min.	**1** St. **33** Min.?

Anfang der Reaktion nach	Zweites Maximum nach	Wachstumswert des ersten Minimums	Wachstumswert des zweiten Minimums
3 Min.	2 St. 48 Min.— ?	36 %	47 %
3 "	Ein drittes Minimum	37 %	58 %
2 "	1 St. 54 Min.—2 St. 20 Min.	42 %	—
4 "	Ein drittes Minimum	42 %	65 %
3 Min.	—	**39** %	**56** %

Vergleichen wir das Resultat mit der Reaktion bei 131 200 M.-K.-S., so liegt der Anfang wohl zur selben Zeit (nach 3 Minuten); ebenso kommt das erste und das zweite Minimum gerade zu derselben Zeit. Ein prinzipieller Unterschied läßt sich aber an diesen Versuchen deutlich erkennen: das erste Minimum ist jetzt wieder schwächer und schwieriger zu beobachten. Die »Einsinkung« des Reaktionsgipfels wird also hier wieder mehr »ausgedrückt«. In dem einzigen Versuch, wo dieses Maximum ganz fehlt, dauert das Minimum sehr lange an, nämlich von 14 bis 58 Minuten nach der Belichtung. Es ist nun wieder beobachtungswert, daß bei Phycomyces dieselbe Erscheinung festgestellt wurde. Ich wollte damals und will auch jetzt nicht bei wenigen Versuchen zu tief auf derartige Details eingehen, aber da die Erscheinung jetzt wieder beim Helianthus hervortritt, verweise ich nochmals nach der früheren Arbeit (1914. Fig. 5, G. u. H.).

Nachdem das Wachstum normal geworden ist, finden wir

in zwei der vier Versuche ein Maximum, bei den anderen zwei aufs neue eine Wachstumsverringerung. Wie gesagt, will ich aber den Details der Reaktion um 3 bis 3½ Stunden nach der Belichtung nicht zu viel Wert und Mühe schenken, da man nicht genau genug sagen kann, wie das Wachstum 3 bis 4 Stunden später gewesen wäre, wenn die Belichtung nicht stattgefunden hätte.

---

§ 13. Betrachtung der Photowachstumsreaktion bei Helianthus globosus.

Bevor wir die Resultate des § 12 kurz zusammenfassen, will ich hier noch einmal auf die Frage zurückkommen, ob das Gewicht der kleinen Töpfe mit Erde auf die Reaktion der aufgehängten Pflanze einen prinzipiell wichtigen Einfluß hat. Das ist, wie früher gesagt wurde, schon sehr unwahrscheinlich, weil der Zuwachs und besonders die Wachstumsgeschwindigkeit und Wachstumsverteilung gerade dieselben sind als an den stehenden Pflanzen. Doch wollte ich nicht den Einwurf oder die Frage umgehen, ob die auffallende Erscheinung, daß Helianthus gerade umgekehrt reagiert als Phycomyces, vielleicht mit dem Gewicht der Töpfe zusammenhängen konnte. Wegen der starken Nutation war es, wie in § 11 gezeigt wurde, vollkommen unmöglich, das Wachstum der stehenden Pflanze zu bestimmen. Ich habe nur versucht, ob man, ungeachtet der unregelmäßigen Beobachtungszahlen, dennoch bei starken Belichtungen unzweifelhaft die Wachstumsverringerung aufmerken kann. Das war nun recht deutlich festzustellen. Ich gebe hier nun zwei Versuche, mit stehenden Pflanzen ausgeführt. Die Zahlen haben weiter keinen Wert, aber es ist außerdem bedeutungsvoll dabei zu achten, daß auch hier das charakteristische Maximum festzustellen ist, wodurch die Wachstumsverringerung während kurzer Zeit unterbrochen wird.

Tabelle 50. 240000 M.-K.-S. Versuchspflanze stehend.

51	**55**	55	**55**	Licht		0	**49**	2	**36**
6	**24**	9	**18½**	12	**17**	15	**12**	19	**16**
23	**19**	28	**17**	32	**17**	35	**9**	38	usw.

Tabelle 51. 240000 M.-K.-S. Versuchspflanze stehend.

53	52	56	51	59		Licht	51	2	47
5	32	8	25½	11	23	14	18½	17	25½
20	37½	24	47	28	34	33	26½	37	22
41	15	45	12	49	usw.				

Man sieht also, daß die Wachstumsverringerung bei der stehenden Pflanze in gleicher Weise auftritt, und daß das erste Minimum und ein frühes kurzdauerndes Maximum sogar genau an derselben Zeit hervortreten. Natürlich sind die Zahlen durch die Nutation sehr ungenau und die Versuche wurden darum nicht lange fortgesetzt.

Während der Versuche mußte das Fernrohr häufig verschoben und neu eingestellt werden, wegen der seitlichen Bewegung der Keimpflanze. Unabhängig davon beweisen aber diese Versuche unzweifelhaft, daß das Bild der Photowachstumsreaktion, welches wir an aufgehängten Keimpflanzen haben studieren müssen, allerdings richtig ist.

Die wichtigsten Zahlen der Reaktion bei den sieben geprüften Lichtmengen lasse ich hier zur bequemen Vergleichung in einer Tabelle folgen.

Tabelle 52.

Energiemenge M.-K.-S.	Anfang der Reaktion nach Minuten	Minimum des Wachstums nach Minuten		(Erste) Erreichung des normalen Wachstumswertes nach Minuten	Minimaler Wachstumswert %	
4	24	41—51		65	91	
32	8	32—40		± 77	77	
256	12	36—51		83	85	
2 048	± 7	35—43		± 70	81	
16 400	± 3	13—18	43—51	60	56	76
131 200	2—3	15—20	32—37	± 71	38	66
1 050 000	3	14—26	38—43?	± 93	39	56

Das Bild der Reaktion ist schematisch dargestellt in Fig. 3, S. 498, in derselben Weise, wie dies früher für Phycomyces geschehen ist. Dabei ist die gerade Linie, welche das mittlere Wachstum der unbelichteten Pflanze darstellt, mit einer Steigung von 2 bis

3% pro Stunde in die Figur eingetragen. Die Kurven der belichteten Pflanzen sind schematisch dargestellt, indem zuvor alle Tabellen in Kurven gezeichnet wurden und hieraus und

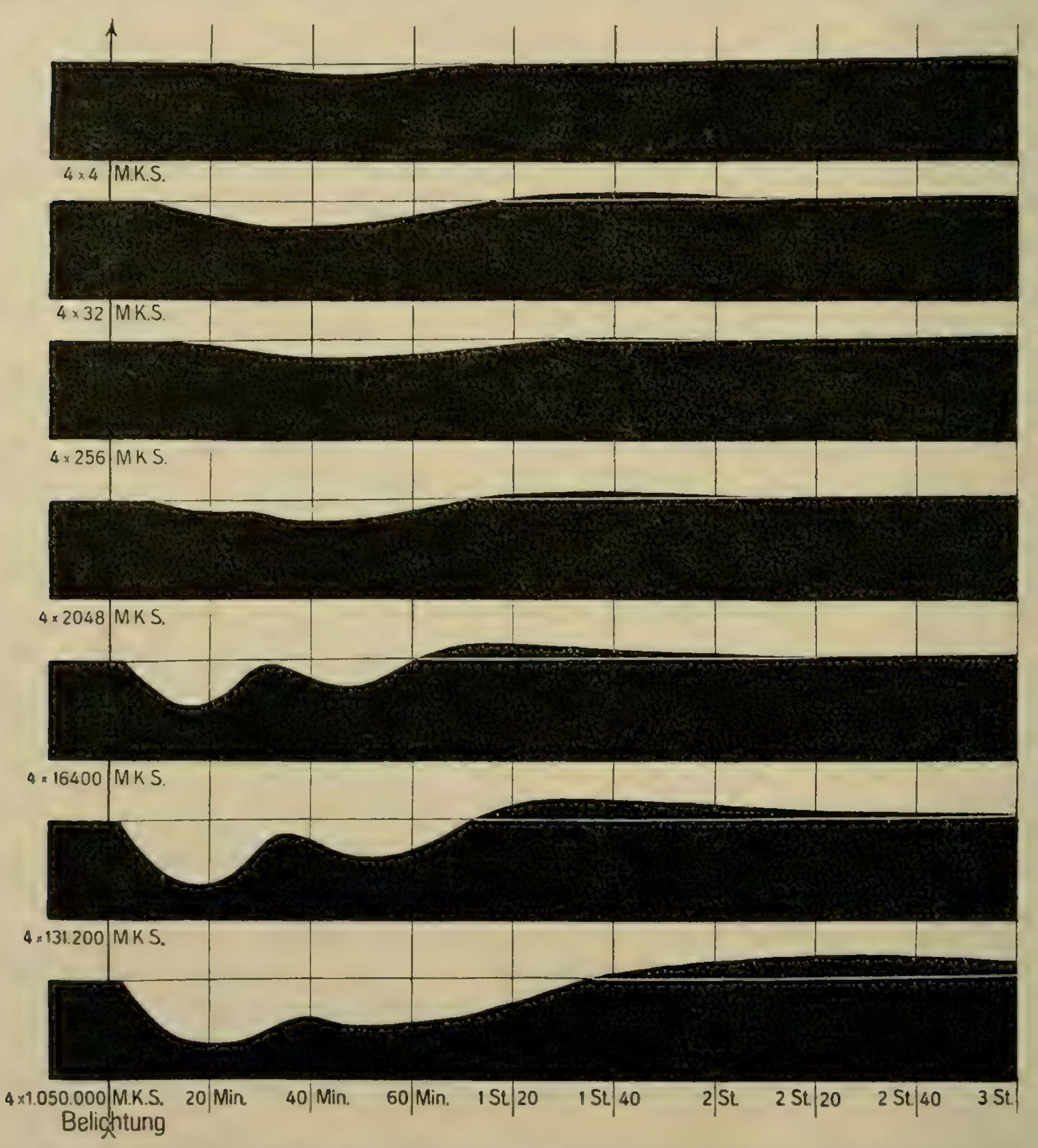


Fig. 3. Die Reaktion des Wachstums der Hypokotylen von Helianthus globosus nach Belichtung mit verschiedenen Lichtmengen.

aus den mittleren Zahlen der Tabellen die mittlere Kurve für jede Belichtung festgestellt wurde.

Es bleibt jetzt noch die Frage übrig, ob eine auffallende Beziehung zwischen Energiemenge und Reaktionsgröße festzustellen ist, wie wir dies bei Phycomyces gefunden haben. Das ist aber bei Helianthus gar nicht der Fall. Wir sehen

hier schon zu bald den Einfluß der Antireaktion eintreten, um eine genügende Zahl von Lichtmengen vergleichen zu können. Dabei kommt aber auch noch dies, daß bei der über eine längere Zeit verteilten und schwachen Reaktion nach 4 M.-K.-S.-Belichtungen bei weitem nicht genau genug festzustellen ist, wieviel die Pflanze weniger wächst, als wenn sie nicht belichtet worden war, besonders weil das normale Wachstum schon aus inneren Ursachen ohne Belichtung gestiegen sein würde. Aus denselben Gründen sind die Prozentzahlen der minimalen Wachstumswerte wahrscheinlich jedesmal noch etwas zu hoch berechnet. In gleicher Weise ist die Erreichung des Normalwertes etwas zu früh gestellt, wenn man unter Normalwert nicht den Anfangswert, sondern jene Wachstumsgeschwindigkeit verstehen will, welche die Pflanze gezeigt haben würde an der bestimmten Zeit, wenn die Belichtung nicht stattgefunden hätte.

Durch diese Ursachen, aber vielleicht auch aus noch anderen inneren Gründen, habe ich aus diesen Zahlen keine einfache Beziehung feststellen können wie bei Phycomyces.

So haben wir bei den Hypokotylen von Helianthus globosus gleich wie bei den Zellen von Phycomyces nitens eine auffallende und physiologisch sehr wichtige Photowachstumsreaktion aufgefunden. Überraschend war es aber bald zu bemerken, daß diese Photowachstumsreaktion bei Helianthus gerade entgegengesetzt gerichtet ist als bei Phycomyces. Die primäre Reaktion ist eine Wachstumsverringerung, die Gegenreaktion will den Zuwachs wieder beschleunigen. Bei Phycomyces gerade umgekehrt. Das ist ein fundamenteller Unterschied zwischen diesen beiden Pflanzen, und nur der Vergleich mit anderen Pflanzenteilen kann über die Ursache dieser Erscheinung Aufklärung bringen. Der zweite Unterschied liegt darin, daß die Reaktion bei der einzelnen Phycomyceszelle sich viel rascher abspielt als bei den vielzelligen Hypokotylen, wo die Reaktion vier- bis fünfmal länger dauert (mehr »ausgezogen« ist) und die korrespondierenden Kardinalpunkte meistens vier- bis fünfmal später liegen.

Ebenso interessant wie diese zwei Unterschiede ist weiter die große Übereinstimmung der Reaktion bei diesen Organismen

Dazu wollen wir einige wichtige Punkte aus dem Verlauf der Reaktion bei diesen Pflanzen hervorheben:

1. In beiden Fällen fängt die Wachstumsreaktion wenige (mindestens 2 bis 3) Minuten nach der Belichtung an; darin stimmen Helianthus und Phycomyces vollkommen überein.

2. Bei den schwächeren Bestrahlungen ist die Reaktion verschoben und also der Anfang beträchtlich später.

3. Der ganze Verlauf ist wellenartig, indem eine Antireaktion bald ihren Einfluß auf die primäre Reaktion ausübt.

4. Diese Antireaktion hebt bei etwas stärkeren Bestrahlungen die primäre Reaktion durch Superposition teilweise auf, wodurch das Reaktionsbild stark komprimiert wird. Das ist bei Phycomyces oberhalb ± 1000 M.-K.-S. der Fall, bei Helianthus, wo die primäre Reaktion so viel langsamer verläuft, schon bei 256 M.-K.-S.

5. Bei noch stärkeren Belichtungen treten durch verschiedenartige Koinzidenz der Reaktion und Antireaktion bei Helianthus und Phycomyces gerade dieselben Erscheinungen auf: der Gipfel des Reaktionsbildes wird zweigipfelig durch die Antireaktion, welche nach längerer Zeit, als die primäre Reaktion abgeschwächt ist, noch während kürzerer oder längerer Zeit andauert. Bei sehr großen Lichtmengen (oberhalb 1 Mill. M.-K.-S.) wird bei den beiden Organismen jene Einsinkung des Reaktionsgipfels wieder viel geringer.

Auf diese bedeutungsvollen Unterschiede und Übereinstimmungen habe ich hier die Aufmerksamkeit lenken wollen. Übrigens will ich an diesen Tatsachen hier keine weiteren Betrachtungen anknüpfen. Die Übereinstimmung der Reaktionsform bei zwei so verschiedenartigen Organismen zeigt genügend, daß dieser Wachstumserscheinung dieselben allgemeinen physikalisch-chemischen Gesetze zugrunde liegen. Weiter haben wir die Vermehrung des Tatsachenmaterials abzuwarten.

Die dritte Pflanze, bei der bis jetzt die Photowachstumsreaktion festgestellt wurde, ist die von Vogt (1914, 1915) untersuchte Avena-Keimpflanze. Die Resultate Vogts sind quan-

titativ nicht vergleichbar mit den meinigen, weil er die Koleoptilen von oben her belichtet. Dadurch empfängt die Pflanze den minimalen Teil der zugesandten Energie, wie Vogt selbst bemerkt. Außerdem ist die Belichtung der bestrahlten Zellen sehr verschiedenartig, weil das Licht auf eine ungefähr paraboloidförmige Spitze fällt. Eine Vergleichung mit einseitigen Belichtungen wird dadurch ebenso erschwert. Dazu kommt noch der Umstand, daß die Versuchspflanzen immer in der allerdings schwachen aber konstanten Belichtung einer roten Lampe standen, wofür das Wachstum nach Vogts Angaben jedenfalls nicht unempfindlich war. Während hierdurch eine genaue Vergleichung der Befunde Vogts mit den meinigen nicht gut möglich ist, so muß hervorgehoben werden, daß seine Arbeit für sich viele interessante Tatsachen gebracht hat. Wichtig ist z. B., daß Vogt auch für die Wachstumsreaktion die Gültigkeit des Energiemengengesetzes innerhalb weiter Grenzen nachweisen konnte. Vogt, der nur meine kurze Mitteilung (1913) in Vergleichung zieht, findet (S. 240) eine »erfreuliche« Übereinstimmung mit meinen Resultaten bei Phycomyces. Es ist auch wirklich erfreulich, wenn man durch Auffinden übereinstimmender Resultate Zusammenwirkung erreichen kann. Dabei ist es nun aber merkwürdig, daß seine Befunde bei Avena viel mehr wie jene bei Helianthus aussehen. Es fragt sich jetzt, ob nicht auch bei Avena die tatsächlich durch das Licht bewirkte Reaktion die von Vogt beobachtete Wachstumsverringerung ist, und die später auftretende Beschleunigung nur durch die Antireaktion, also sekundär, auftritt, wie wir dies bei Helianthus gefunden haben. Vielleicht daß Vogt selbst nach den neuen Beobachtungen an Helianthus diese Auffassung teilen kann. Doch ist es, wie gesagt, schwierig, hierin zu entscheiden wegen der verschiedenen Beleuchtungsart und weil die Pflanzen Vogts in schwachem, rotem Lichte standen. Hoffentlich werde ich noch in einer folgenden Arbeit auf diese Frage zurückkommen können.

---

§ 14. Die Wachstumsreaktion bei Dauerbelichtung (1, 64, 512 und 4096 M.-K.).

Wie in der allgemeinen Einleitung (Licht und Wachstum § 1) beschrieben wurde, habe ich neben der Untersuchung über die Einwirkung bestimmter Lichtmengen auch den Einfluß der Dauerbelichtungen auf das Wachstum zum Ziel dieser Forschungen gestellt. Bei der kurzdauernden Bestrahlung mit beschränkten Lichtmengen wird die Zerstörung des Dunkelgleichgewichts studiert und außerdem die Rückkehr des Organismus zu diesem Gleichgewicht. Das haben wir bis jetzt für Phycomyces nitens und Helianthus globosus ausgeführt. Beim Einfluß der Dauerbelichtungen handelt es sich ebenfalls um die Zerstörung des Dunkelgleichgewichts; der Organismus bleibt dann aber unter dem steten Einfluß der Energiezufuhr, kann also nicht mehr ins Dunkelgleichgewicht zurückkehren, aber wird sich jetzt mehr oder weniger dieser Energiezufuhr anpassen.

Es versteht sich, daß man zahllose Kombinationen dieser zwei Belichtungsarten machen kann, deren die Literatur uns schon einige Beispiele zeigt. Ich will aber nochmals mit Absicht betonen, daß es für das Verständnis der Energiewirkung auf die Organismen von großer Bedeutung ist, daß man an erster Stelle diese zwei Versuchsreihen voneinander geschieden ausforscht, da sonst in den Resultaten immer die drei Prinzipien: Gleichgewichtszerstörung, Rückkehr zum Gleichgewicht, und Anpassung (oder Erregung, Abklang und Stimmungsänderung) sich durcheinander mischen. Wenn dazu der Organismus abwechselnd belichtet und verdunkelt wird mit ziemlich langen Perioden, so wird das Resultat noch schwieriger zu analysieren. Da es sich nun gerade um die Analyse der physiologischen Erscheinungen handelt, kann ich es empfehlen, die Belichtungsarten vorläufig einfach zu halten. Haben wir uns da hindurch gearbeitet, so können oft die viel komplizierteren Reizungen als überflüssig hinterlassen werden, wenn sie prinzipiell nichts Neues liefern, d. h. nur solche Resultate, welche schon aus den durch die einfacheren Versuche gefundenen Gesetzen zu erwarten sind.

Ich lasse hier die kurze Beschreibung dieser Versuche mit

Dauerbelichtungen folgen. Die Versuchsaufstellung konnte genau dieselbe sein wie bei den vorigen Belichtungen. Allein es wird schwieriger, die Temperatur genau konstant zu halten. Bei den schwachen Intensitäten soll das Dunkelzimmer nicht viel kälter sein als der Thermostat, da für die stete Bestrahlung der Kupferdeckel abgenommen bleiben muß und die Abkühlung der Kämmerchen durch die doppelte Glaswand also stärker ist als sonst, wodurch das innere Fenster leicht anläuft. Bei den höheren Lichtstärken (512 M.-K. und 4096 M.-K.) muß die Zimmertemperatur hingegen viel niedriger sein als die Versuchstemperatur; dazu werden vom Anfang der Belichtung an die drei Kupferdeckel abgenommen und es wird vielfach eine Wasserschicht auf den oberen Deckel aufgestellt um die Temperatursteigung durch die Bestrahlung zu kompensieren.

Außer diesen Schwierigkeiten haben noch andere viel Zeit und Mühe gekostet. So stellte es sich nach einigen Versuchen heraus, daß die Kotylen viel sorgfältiger mit Stanniol umwickelt werden mußten, damit nicht hie und da kleine Stellen der Kotylen im Laufe der Dauerbelichtung ergrünen. Diese Versuche wurden also als wertlos betrachtet, da ein gewisser Einfluß der Belichtung der Kotylen auf das Wachstum der Hypokotylen nicht ausgeschlossen ist und noch näher untersucht werden muß. — Darauf wurden einige Dauerbelichtungen während 3 bis 4 Stunden ausgeführt, aber später schien diese Versuchsdauer viel zu kurz zu sein. Die Resultate dieser Versuche habe ich hier nicht näher mitgeteilt. So wurde schließlich eine Versuchsreihe zusammengestellt, wobei immer sechs Stunden durchbelichtet wurde und die Reaktion soviel wie möglich Schritt für Schritt mikroskopisch verfolgt wurde. Die Beobachtungen länger als sechs Stunden mikroskopisch fortzusetzen war mir durch andere Beschäftigungen unmöglich.

1 M.-K.

Diese Belichtung fand mittels einer Normalkerze statt, welche auf eine solche Entfernung aufgestellt wurde, daß die Lichtstärke, welche die Pflanze bestrahlte, nach der Absorption durch Glaswände und Spiegel genau 1 M.-K. war.

Die Versuche finden sich in den folgenden Tabellen:

Tabelle 53. Belichtet mit 1 M.-K.

48	27½	52	27½	56	27½	Licht		0	27½
3	28	7	27	12	25½	17	24	22	24
27	22	32	21½	37	22	42	22	47	24
52	23	57	24	1 St. 2	22	1 St. 7	23	1 St. 12	24
1 St. 17	24½	1 St. 22	24½	1 St. 27	24	1 St. 32	24½	1 St. 37	23
1 St. 42	24	1 St. 47	23½	1 St. 56	24	2 St. 1	24	2 St. 7	24½
2 St. 12	24½	2 St. 18	24½	2 St. 28	26	2 St. 38	25½	2 St. 44	26½
2 St. 54	26½	2 St. 59	27	3 St. 4	27	3 St. 9	27	3 St. 14	28
3 St. 22	30	3 St. 27	30½	3 St. 33	30½	3 St. 38	30½	3 St. 43	—33—
4 St. 53	35	4 St. 58	35	5 St. 3	35½	5 St. 8	36	5 St. 14	35
5 St. 19	36½	5 St. 24	37½	5 St. 29	38½	5 St. 34	38½	5 St. 39	37½
5 St. 44	39	5 St. 49	40	5 St. 54	39	5 St. 59	39	6 St. 1	40½
6 St. 6	40½	6 St. 11							

Tabelle 54. Belichtet mit 1 M.-K.

48	25½	52	26½	56	26½	Licht		0	26½
4	25½	8	22½	15	19	19	17	24	16
29	16	34	18	39	17	44	17	49	18
54	19½	59	19½	1 St. 4	22	1 St. 9	21	1 St. 14	23
1 St. 19	22	1 St. 24	22	1 St. 29	21	1 St. 37	21	1 St. 44	
	—20½—	3 St. 5	24	3 St. 10	26	3 St. 19	27	3 St. 29	28
3 St. 39	27½	3 St. 49	27	3 St. 59	26½	4 St. 5	26½	4 St. 11	26½
4 St. 19	25½	4 St. 27	27	4 St. 33	26½	4 St. 40	26½	4 St. 46	25½
4 St. 53	25½	4 St. 59	27	5 St. 5	26½	5 St. 14	26½	5 St. 22	26½
5 St. 29	27	5 St. 39	27	5 St. 49	27	5 St. 55	27	6 St.	

Tabelle 55. Belichtet mit 1 M.-K.

49	20½	56	20½	Licht		2	21	5	20
9	20	13	19	18	18	22	18	26	17
30	17	35	17	40	17	45	17½	52	17½
57	18½	1 St. 2	17½	1 St. 8	18½	1 St. 15	18	1 St. 21	19½
1 St. 26	20	1 St. 30	21	1 St. 35	20½	1 St. 40	21	1 St. 45	20½
1 St. 50	21	1 St. 56	21	2 St. 2	22½	2 St. 8	23	2 St. 13	
	—24½—	3 St. 45	24	3 St. 50	24	3 St. 55	24	4 St.	24
4 St. 5	24	4 St. 15	23½	4 St. 25	23	4 St. 35	23	4 St. 45	23½
4 St. 55	24	5 St. 5	24½	5 St. 15	25½	5 St. 20	25	5 St. 28	25½
5 St. 35	26	5 St. 42	26	5 St. 49	26	5 St. 55	27	6 St. 2	27
6 St. 7									

Diese Resultate lassen sich besser beurteilen durch die graphische Darstellung der Fig. 4. Da es mir nämlich nicht möglich war eine mittlere Kurve aus diesen und folgenden Tabellen genau zusammenzustellen, so wurden in die Figur alle Tabellen als Kurven eingetragen, wodurch man sich selbst über das mitt-

lere Resultat ein Urteil formen kann. Da die Kurven, besonders was die Zeit anbetrifft, ziemlich stark auseinanderlaufen, schien mir diese Vorstellung mehr geeignet als die Darstellung einer mittleren Kurve, wie es bei den vorigen Belichtungen mit genügender Genauigkeit auszuführen war (Fig. 3).

Die Wachstumsverringerung fängt an nach 7 bis 12 Minuten, 4 bis 8 Minuten, ± 9 Minuten, im Mittel nach **± 8 Minuten.** Das Minimum wird gefunden nach 32 bis 37 Minuten, 24 bis 34 Minuten, 26 bis 45 Minuten, im Mittel nach **27** bis **38 Minuten.** Der minimale Wachstumswert beträgt 78 %, 60 % und 83 %, im Mittel **74** %.

Die drei Versuche zeigen dann kleine An- und Absteigungen in etwas verschiedener Weise, wobei sie sich aber allmählich dem Anfangswert nähern. In der Fig. 4 ist durch eine gezogene Linie der mittlere Zuwachs angedeutet, den die Pflanze normalerweise im Dunkel gehabt haben würde. Die Linie ist also langsam steigend, nämlich 2 bis 3 % pro Stunde, wie wir dies in § 11 schon beschrieben haben. Wir sehen jetzt, daß zwei der drei Pflanzen über diesen Normalwert steigen, die dritte darunter bleibt. Die drei Pflanzen weisen nach 4 bis $4^1/_2$ Stunden wieder ein ziemlich regelmäßiges Wachstum auf, welches im Mittel etwas über dem Normalwert zu liegen scheint. Da man aber über den eventuellen Normalwert sechs Stunden nach dem Anfangswert keine genaue Berechnung machen kann, und die Ansteigung im Dunkeln bisweilen 4 bis 5 % pro Stunde betragen kann, so kann ich nur sagen, daß die Pflanzen in einer Dauerbelichtung von 1 M.-K. nach ± 4 bis $4^1/_2$ Stunden wieder im Gleichgewicht sind, wobei der Wachstumswert nicht oder nur wenig höher ist, als die Pflanze im Dunkeln gehabt haben würde.

Ich will über das Resultat aber keine näheren Betrachtungen machen, weil ich dafür besser die Erscheinungen abwarte, welche die einzelne Zelle bei Phycomyces unter diesen Belichtungen aufweisen wird.

Ob vielleicht nach sechs Stunden noch schwache An- und Absteigungen zu beobachten wären, kann ich natürlich nicht entscheiden. Jedenfalls würden diese gewiß sehr schwach sein.

64 M.-K.

Die Resultate dieser Belichtungen, welche mittels einer Nernstlampe ausgeführt wurden, ergeben die folgenden Tabellen:

Tabelle 56. Belichtet mit 64 M.-K.

37	**33**	41	**33**	45	**33**	52	**33**	Licht	
1	**32**	5	**26½**	9	**21½**	13	**16**	17	**15**
21	**14**	25	**18**	31	**21½**	35	**20½**	40	**18**
45	**18**	50	**18½**	55	**23**	1 St.	**24½**	1 St. 4	**25**
1 St. 36	**25½**	1 St. 40	**25½**	1 St. 42	**24½**	1 St. 49	**25½**	1 St. 53	
	—25½—	3 St. 8	**26½**	3 St. 13	**25½**	3 St. 18	**25½**	3 St. 24	**25½**
3 St. 32	**26½**	3 St. 37	**26½**	3 St. 44	**25½**	3 St. 47	**25½**	3 St. 52	**25½**
3 St. 57	**25½**	4 St. 7	**25½**	4 St. 15	**25½**	4 St. 19	**26½**	4 St. 24	**26½**
4 St. 29	**27**	4 St. 39	**28**	4 St. 44	**29**	4 St. 49	**28**	4 St. 53	**27**
4 St. 58	**29**	5 St. 3	**29**	5 St. 9	**29**	5 St. 13	**29**	5 St. 20	**30**
5 St. 24	**30**	5 St. 28	**30**	5 St. 33	**31**	5 St. 37	**32½**	5 St. 42	**31½**
5 St. 47	**32**	5 St. 53	**33**	5 St. 57	**32½**	6 St. 2	**32½**	6 St. 7	**32**
6 St. 12									

Tabelle 57. Belichtet mit 64 M.-K.

48	**24½**	52	**25½**	56	**25½**	Licht		0	**25½**
4	**22½**	8	**16**	12	**13**	16	**10½**	20	**8½**
24	**8½**	28	**9½**	32	**9½**	36	**10½**	40	**9½**
45	**9½**	50	**8½**	55	**7½**	1 St.	**8½**	1 St. 5	**10**
1 St. 10	**13½**	1 St. 15	**15½**	1 St. 20	**17**	1 St. 25	**19½**	1 St. 30	**20½**
1 St. 35	**20½**	1 St. 40	**21½**	1 St. 45	**21½**	1 St. 50	**21½**	1 St. 55	
	—25½—	3 St. 3	**29**	3 St. 9	**29**	3 St. 14	**28**	3 St. 19	**28**
3 St. 24	**28**	3 St. 29	**29**	3 St. 34	**30**	3 St. 40	**30½**	3 St. 45	**32**
3 St. 49	**31**	3 St. 53	**30**	3 St. 58	**30½**	4 St. 3	**30½**	4 St. 8	**30½**
4 St. 13	**30½**	4 St. 18	**30½**	4 St. 23	**30**	4 St. 33	**30**	4 St. 38	**30**
4 St. 43	**29**	4 St. 48	**29**	4 St. 53	**27**	4 St. 58	**26½**	5 St. 3	**26½**
5 St. 8	**27**	5 St. 13	**27**	5 St. 18	**26½**	5 St. 22	**26½**	5 St. 30	**27**
5 St. 36	**27½**	5 St. 42	**27**	5 St. 47	**27**	5 St. 52	**27**	5 St. 57	**27**
6 St. 2									

Tabelle 58. Belichtet mit 64 M.-K.

45	**26½**	50	**27**	55	**26½**	Licht		0	**25½**
4	**22½**	8	**17**	13	**14½**	18	**12**	23	**12**
28	**12**	33	**13**	38	**13½**	43	**13½**	48	**13**
53	**13½**	58	**13½**	1 St. 3	**17**	1 St. 8	**18**	1 St. 13	**19½**
1 St. 18	**19½**	1 St. 23	**20½**	1 St. 28	**21½**	1 St. 33	**22**	1 St. 38	**21½**
1 St. 43	**22**	1 St. 48	**23**	1 St. 53	**22**	1 St. 58	**22½**	2 St. 5	**23**
2 St. 12	**25½**	2 St. 20	**27**	2 St. 26	**27½**	2 St. 32	**28**	2 St. 37	**28**
2 St. 42	**29½**	2 St. 50	**29**	2 St. 56	**31½**	3 St. 1	**31½**	3 St. 8	**32½**
3 St. 15	**35**	5 St. 9	**35**	5 St. 13	**34**	5 St. 17	**35**	5 St. 21	**34**
5 St. 25	**35**	5 St. 29	**34**	5 St. 33	**35**	5 St. 37	**34**	5 St. 41	**34**
5 St. 45	**35**	5 St. 49	**34**	5 St. 53	**34**	5 St. 57			

Daraus können wir das Folgende ableiten:

Die Reaktion fängt jetzt deutlich früher an als bei der 1 M.-K.-Belichtung, im Mittel nach ± **3** oder **4** Minuten. Den minimalen Zuwachs findet man nach 18 bis 23 Minuten, 21 bis 25 Minuten und 20 bis 28 Minuten, im Mittel also nach **20** bis **25** Minuten. Bei einer der drei Pflanzen liegt aber das um 55 bis 60 Minuten auftretende zweite Minimum noch tiefer. Wenn man auf alle Kurven der Fig. 4 achtet, so kann man wieder bei den meisten die bekannte Ansteigung des Zuwachses nach dem ersten Minimum bemerken, worauf ein zweites Minimum folgt. Wo das zweite Minimum nicht auftritt, findet sich meist ein langandauerndes Minimum, statt zwei Minima. Der minimale Wachstumswert, welcher in 64 M.-K. erreicht wurde, war 48%, 42%, 30%, im Mittel ± **39**%.

Darauf steigt das Wachstum in allen Versuchen an, bei zwei Pflanzen wird nach vier Stunden ein Maximalwert erreicht, während die dritte um 1 bis $4^1/_2$ Stunden gleichmäßig weiter wächst. Schließlich erreichen die Hypokotylen nach 5 Stunden bis 5 Stunden 20 Minuten Wachstumswerte, welche im Mittel mit dem Normalwert übereinstimmen.

Man sieht auch hier, daß die plötzliche Zerstörung des Dunkelgleichgewichts tief in das Zellleben eingreift, indem das Wachstum auf einmal stark verringert wird, daß darauf aber eine Antireaktion auftritt, welche die Verringerung immer mehr abschwächt. Dadurch hat der Zuwachs einen wellenartigen Verlauf. Die Wellen werden aber schwächer, indem die beiden antagonistischen Wirkungen wieder miteinander ins Gleichgewicht geraten. Daß bei diesem Gleichgewicht, das innerlich ein anderes Gleichgewicht sein muß als im Dunkel, das Wachstum doch wieder annähernd denselben Wert erlangt als im Dunkel, ist gewiß merkwürdig.

512 M.-K.

Die Nitralampe, durch Spiegel und Entfernung abgeschwächt, lieferte die 512 M.-K.-Intensität. In diesen Versuchen steigt die Temperatur im Dunkelzimmer so stark, daß ich nicht verhindern konnte, daß die Temperatur im Versuchskasten im Laufe der sechs Stunden allmählich von 20° C auf 21° bis 22° C

anstieg. Da dies nur langsam geschah glaube ich wohl, daß es keinen erheblichen Einfluß auf die Resultate gehabt hat.

Die vier Versuche mit sechsstündiger Belichtung finden sich in den Tabellen 59 bis 62.

Tabelle 59. Belichtet mit 512 M.-K.

39	**19**	44	**19½**	52	**19**	58		Licht	**18½**
5	**13**	9	**10**	13	**7½**	17	**7**	22	**6**
27	**7**	32	**5**	37	**5**	42	**4½**	47	**4½**
52	**3½**	57	**4½**	1 St. 2	**3½**	1 St. 7	**3½**	1 St. 12	**3½**
1 St. 17	**3½**	1 St. 27	**4**	1 St. 37	**3½**	1 St. 42	**3½**	1 St. 52	**3½**
2 St. 2	**4**	2 St. 12	**5**	2 St. 22	**7½**	2 St. 27	**7½**	2 St. 32	**9½**
2 St. 37	**9½**	2 St. 42	**8½**	2 St. 47	**9½**	2 St. 52	**10**	2 St. 57	**9½**
3 St. 2	**9½**	3 St. 6	**9½**	3 St. 11	**9½**	3 St. 16	**9½**	3 St. 21	**10**
3 St. 26 —	**12½** —	4 St. 56	**13½**	5 St. 1	**13½**	5 St. 6	**14½**	5 St. 11	**15½**
5 St. 16	**13½**	5 St. 21	**13**	5 St. 26	**13½**	5 St. 31	**14**	5 St. 37	**15½**
5 St. 42	**16**	5 St. 46	**14½**	5 St. 51	**15½**	5 St. 56	**15½**	6 St. 1	**15½**
6 St. 6									

Tabelle 60. Belichtet mit 512 M.-K.

48	**27½**	52	**27½**	56	**27**		Licht	1	**26½**
5	**19**	9	**15**	13	**11**	18	**9½**	22	**8½**
27	**7**	32	**6**	37	**6**	42	**7**	49	**6**
57	**7**	1 St. 7	**7½**	1 St. 12	**8½**	1 St. 17	**9½**	1 St. 23	**9½**
1 St. 28	**9½**	1 St. 32	**11**	1 St. 37	**13½**	1 St. 42	**13**	1 St. 47	**13½**
1 St. 53	**15½**	1 St. 58	**15½**	2 St. 3	**15½**	2 St. 10	**16**	2 St. 16	**15½**
2 St. 23	**15½**	2 St. 30	**14½**	2 St. 39	**13½**	2 St. 44	**13½**	2 St. 50	**14½**
2 St. 55	**14½**	3 St.	**13½**	3 St. 5	**14½**	3 St. 10	**13½**	3 St. 15	**14½**
3 St. 20	**15½**	3 St. 26	**17**	3 St. 30	**17**	3 St. 34	**16**	3 St. 38	— **19** —
4 St. 38	**22**	4 St. 44	**22**	4 St. 49	**23**	4 St. 54	**23**	5 St. 5	**23½**
5 St. 9	**24**	5 St. 14	**24½**	5 St. 19	**24½**	5 St. 24	**24½**	5 St. 29	**24½**
5 St. 34	**24**	5 St. 39	**24½**	5 St. 44	**24½**	5 St. 49	**24**	5 St. 54	**25½**
5 St. 59	**24½**	6 St. 3	**24½**	6 St. 8					

Tabelle 61. Belichtet mit 512 M.-K.

48	**25½**	52	**26½**	56	**26½**		Licht	0	**27**
3	**24**	6	**17**	10	**14**	16	**10**	21	**6½**
26	**6½**	31	**6**	37	**6½**	44	**8½**	50	**9½**
55	**8½**	1 St.	**7**	1 St. 5	**7**	1 St. 10	**7½**	1 St. 17	**8½**
1 St. 23	**9½**	1 St. 28	**12**	1 St. 35	**13**	1 St. 40	**13½**	1 St. 45	**17**
1 St. 50	**17**	1 St. 55 —	**19½** —	3 St. 9	**22**	3 St. 14	**23**	3 St. 19	**24**
3 St. 24	**24**	3 St. 29	**24**	3 St. 34	**24**	3 St. 39	**26½**	3 St. 44	**25½**
3 St. 50	**26½**	3 St. 55	**26½**	4 St.	**28**	4 St. 5	**26½**	4 St. 10	**27**
4 St. 15	**27**	4 St. 20	**27**	4 St. 25	**28**	4 St. 30	**27**	4 St. 37	**27½**
4 St. 42	**26½**	4 St. 47	**26½**	4 St. 53	**26½**	4 St. 58	**26½**	5 St. 3	**26½**
5 St. 8	**25½**	5 St. 13	**24**	5 St. 18	**24**	5 St. 23	**24½**	5 St. 33	**24**
5 St. 38	**24**	5 St. 43	**24**	5 St. 48	**24**	5 St. 53	**23**	6 St. 1	

Tabelle 62. Belichtet mit 512 M.-K.

52	**23½**	56	**22½**	Licht		0	**23**	3	**18½**
6	**11½**	10	**9½**	15	**7½**	20	**7**	25	**6**
30	**6**	35	**7**	40	**6**	45	**4½**	50	**5**
55	**4½**	1 St.	**4½**	1 St. 5	**7**	1 St. 30	**8½**	1 St. 35	**9**
1 St. 45	**10**	1 St. 55	**10**	2 St. 5	**11**	2 St. 10	**13**	2 St. 15	**13½**
2 St. 25	**13**	2 St. 35	**13**	2 St. 47	**14½**	2 St. 55	**13½**	3 St. 27	**15½**
3 St. 34	**17**	3 St. 38	—**21**—	4 St. 53	**23**	4 St. 58	**23½**	5 St. 4	**22**
5 St. 9	**23**	5 St. 14	**22**	5 St. 20	**21½**	5 St. 30	**21½**	5 St. 40	**21½**
5 St. 49	**22**	5 St. 55	**22**	6 St.					

Die vier Versuche stimmen recht gut miteinander überein. Die Reaktion fängt auch hier nach **3** bis **4** Minuten an.

Man findet in allen Versuchen ein langandauerndes Minimum, so daß die zwei Minima nur in zwei Versuchen sehr schwach zu beobachten sind. Dadurch ist der Zuwachs um **30** Minuten bis **1** Stunde **30** Minuten ziemlich konstant und minimal.

Der minimale Wachstumswert beträgt bei den vier Hypokotylen 18%, *21%*, *25%* und *20%*, im Mittel also **21**% gegen 39% bei der 64 M.-K.-Belichtung.

Nach 1½ bis *2* Stunden steigt der Zuwachs, bisweilen durch eine vorübergehende Verringerung abgewechselt. Nach ± 5 Stunden ist das Wachstum ziemlich konstant, aber hat auch nach 6 Stunden im Mittel einen Wachstumswert von nur 75% des zu erwartenen Normalwertes. Sieht man sich die Kurven an, so ist es nicht unmöglich, daß hiermit das Gleichgewicht noch nicht vollkommen eingetreten ist und später der Normalwert noch erreicht sein würde. Man sieht aber, daß die maximalen Werte, welche diese Pflanzen erreichen, niemals über den Normalwert steigen, wie bei 1 und 64 M.-K.; darum halte ich es für mehr wahrscheinlich, daß das Gleichgewicht nach 6 Stunden wohl annähernd erreicht ist, aber mit einem unternormalen Wachstumswert. Das läßt sich aber aus diesen Versuchen nicht entscheiden, und in einer folgenden Arbeit komme ich auf die Sache zurück.

4096 M.-K.

Für diese Belichtungen gilt ebenfalls, was bei den 512 M.-K.-Belichtungen von der Temperatur gesagt wurde; daß nämlich

die Versuchstemperatur im Laufe der 6 Stunden 1 bis 2° C gestiegen war.

Tabelle 63. Belichtet mit 4096 M.-K.

52	27½	56	27½	Licht		0	26½	3	21½
6	14	9	14	12	9½	17	13	22	9½
26	10½	30	10½	34	8½	38	8½	42	7½
46	8½	51	8½	55	7½	1 St.	7	1 St. 5	7
1 St. 10	8½	1 St. 15	7½	1 St. 20	8½	1 St. 25	8½	1 St. 30	8½
1 St. 35	8½	1 St. 39	—12½—	2 St. 44	16	2 St. 49	17	2 St. 54	18½
2 St. 59	19½	3 St. 4	19½	3 St. 9	20½	3 St. 14	21½	3 St. 19	23
3 St. 24	23	3 St. 29	24½	3 St. 34	27	3 St. 39	29	3 St. 44	29
3 St. 49	31½	3 St. 54	32½	3 St. 59	32½	4 St. 6	34	4 St. 11	34
4 St. 16	34	4 St. 21	35	4 St. 26	32½	4 St. 31	35	4 St. 36	33
4 St. 41	33	4 St. 46	33	4 St. 51	33	4 St. 56	33	5 St. 1	33
5 St. 8	33½	5 St. 16	33	5 St. 21	32½	5 St. 26	32½	5 St. 31	31½
5 St. 36	32½	5 St. 41	33	5 St. 49	33	5 St. 56	32½	6 St. 1	

Tabelle 64. Belichtet mit 4096 M.-K.

48	24½	52	24½	56	24	Licht		1	25½
3	17	7	10½	11	9½	15	8½	20	6½
24	5½	30	7½	34	5½	38	4½	42	5½
46	4½	51	4½	57	3½	1 St. 2	4	1 St. 7	4
1 St. 12	4	1 St. 17	4½	1 St. 22	3½	1 St. 27	4½	1 St. 37	4½
1 St. 47	4½	1 St. 54	4½	2 St. 2	4½	2 St. 7	4½	2 St. 12	4½
2 St. 17	— 4 —	3 St. 29	4	3 St. 39	3½	3 St. 49	3½	3 St. 59	4
4 St. 9	4	4 St. 19	4½	4 St. 30	3½	4 St. 40	4	4 St. 50	3½
5 St.	4½	5 St. 10	4½	5 St. 20	5	5 St. 30	6½	5 St. 40	6
5 St. 45	7	5 St. 50	8½	5 St. 55	8½	6 St.			

Tabelle 65. Belichtet mit 4096 M.-K.

48	26½	52	26½	56	26½	Licht		0	27
3	23	6	18	10	14	14	10½	18	10½
22	7½	26	10	31	7½	36	7½	42	6½
46	5½	56	5	1 St. 4	5½	1 St. 11	6	1 St. 17	7
1 St. 24	6	1 St. 29	6	1 St. 34	7	1 St. 49	8½	1 St. 59	8½
2 St. 11	10	2 St. 26	13	2 St. 34	14½	2 St. 41	15	2 St. 51	17½
3 St. 3	19½	3 St. 8	19½	3 St. 13	21½	3 St. 18	24	3 St. 23	24
3 St. 30	25½	3 St. 35	27½	3 St. 41	29½	3 St. 46	30	3 St. 56	31
3 St. 59	29½	4 St. 2	—35½—	5 St. 7	37½	5 St. 13	34½	5 St. 21	34½
5 St. 26	36½	5 St. 32	35½	5 St. 37	35	5 St. 42	35½	5 St. 47	36½
5 St. 53	35½	5 St. 59							

Tabelle 66. Belichtet mit 4096 M.-K.

47	21½	52	22½	56	21½	Licht		0	21½
3	17	6	13	10	9½	15	8½	20	7½
26	6½	30	6	35	7	40	5	45	4½

50	5	55	5½	1 St. 2	5	1 St. 7	6	1 St. 12	5
1 St. 20	5½	1 St. 30	6	1 St. 40	6	1 St. 50	6½	1 St. 56	— 5 —
2 St. 57	4½	3 St. 5	5	3 St. 11	4½	3 St. 18	5	3 St. 30	5
3 St. 8	7	3 St. 50	7	4 St.	8	4 St. 10	8½	4 St. 15	9½
3 St. 20	12	4 St. 30	13½	4 St. 36	14½	4 St. 43	16	4 St. 50	18
4 St. 55	18½	5 St. 3	18½	5 St. 10	18	5 St. 18	20½	5 St. 26	21½
5 St. 35	24	5 St. 44	24½	5 St. 54	25½	6 St.			

Für die Beschreibung der Resultate verweise ich wieder besonders auf die Fig. 4.

Während den ersten zwei Stunden stimmen die vier Versuche auffallend gut überein.

Die Verringerung fängt an nach **3 Minuten**. In einem Fall scheint sie etwas früher als 3 Minuten eingetreten zu sein; in den drei anderen Versuchen muß sie um 3 Minuten oder wenig später angefangen haben. Damit sieht man wieder, daß immer zwischen dem Belichtungsanfang und der Wachstumsverringerung 2 bis 3 Minuten mit normalem Wachstum verlaufen.

Ebenso auffallend ist die Tatsache, daß man hier schwach, aber deutlich die Einwirkung der Antireaktion auf das Minimum beobachtet. Während das Wachstum bis ± 20 Minuten schnell sinkt, hört diese Abnahme um 24 bis 36 Minuten auf oder zeigt sich sogar eine geringe Ansteigung, aber nach ± 40 Minuten wird die Abnahme der Wachstumsgeschwindigkeit wieder fortgesetzt und erreicht um ± **1 Stunde** (50 bis 73 Minuten) den Minimalwert. Nur in einem Versuche wird nach 4 Stunden ein etwas tieferes Minimum gefunden.

Der Minimalwert beträgt 25%, 14%, 19% und 20%, im Mittel also **19½%**.

Das Wachstum steigt um 1 bis 2 Stunden ein wenig an, aber darauf gehen die Kurven stark auseinander, indem zwei Pflanzen nach 3¾ Stunden über den Normalwert steigen, um ± 4½ Stunden ein gewisses Maximum zu erreichen und nach 5½ Stunden anscheinend konstant zu bleiben. Die zwei anderen Pflanzen verharren viel länger auf ihr verringertes Wachstum. Die eine nähert sich nach 6 Stunden dem Normalwert, das Wachstum der anderen fängt erst nach 5 Stunden zu steigen an.

Wir sehen also, daß in dieser Intensität die Resultate zeitlich stark auseinanderlaufen können, daß die Pflanzen aber

nach einigen Stunden wieder die größere Wachstumsgeschwindigkeit zurückbekommen und schließlich wahrscheinlich den Normalwert erreichen, da nach 6 Stunden drei der vier Pflanzen im Mittel die normale Geschwindigkeit aufweisen, während die vierte erst nach 5 Stunden zu steigen anfängt.

---

§ 15. Zusammenfassung der Erscheinungen bei Dauerbelichtung.

In dem vorigen Paragraph wurden die gefundenen Tatsachen ohne weitere Betrachtungen mitgeteilt. Ich will daraus die wesentlichen Resultate noch einmal kurz hervorheben, aber die näheren Betrachtungen bis später verschieben. Die Versuche müssen wahrscheinlich auch für Helianthus noch in schwächeren Intensitäten fortgesetzt werden, aber besonders will ich erst die Phycomyceszelle bei Dauerbelichtung untersuchen.

1. Der Anfang der Reaktion findet bei 1 M.-K. erst nach ± 8 Minuten statt, bei den höheren Intensitäten nach ± 3 Minuten. Zwischen dem Belichtungsanfang und der Wachstumsverringerung verlaufen mindestens 2 bis 3 Minuten mit normalem Wachstum.

2. In allen Versuchen finden wir ein schnell erreichtes Minimum, nach 25 bis 30 Minuten, bald gefolgt durch eine geringe Wachstumsansteigung mit einem zweiten Minimum oder durch einen ziemlich gleichmäßigen Zuwachs. Die Wachstumsverringerung ist um so kräftiger, je stärker die Intensität des Lichtes ist. Das Wachstum sinkt in 1 M.-K. auf 74%, in 64 M.-K. auf 39%, in 512 M.-K. auf 21%, in 4096 M.-K. auf $19^1/_2$%.

3. Nach kürzerer oder längerer Zeit fängt die Wachstumsgeschwindigkeit zu steigen an, der Verlauf des Wachstums wird »ruhiger«. In vielen Versuchen erreicht der Zuwachs einen allerdings niedrigen Maximalwert, um darauf wieder ein wenig geringer zu werden. Der Maximalwert liegt bei 512 M.-K. immer unter dem Normalwert; bei 1, 64 und 4096 M.-K. steigt er in $^2/_3$ der Versuche über die normale Geschwindigkeit, doch bleibt die Wachstumsförderung immer eine sehr geringe. Schließlich wird wieder ein regelmäßiges Wachstum erreicht, es stellt sich ein Gleichgewicht ein.

So weit ich nach sechsstündiger Beobachtung bemerken konnte, wird die Wachstumsschnelligkeit in 1 M.-K. die normale oder etwas höher als normal, in 64 M.-K. normal, in 512 M.-K. unternormal. In 4096 M.-K. ist dies nach 6 Stunden noch nicht mit Gewißheit zu entscheiden.

Die Möglichkeit, daß nach längerer Fortsetzung der Belichtung das Resultat sich noch etwas ändern würde, ist aber nicht ausgeschlossen und wird später mit einer einfacheren Methode untersucht werden. Ich habe aber in diesen Versuchen den Verlauf des Wachstums während den ersten 6 Stunden genau mikroskopisch feststellen wollen.

Wir wenden uns jetzt wieder einmal zu der Arbeit Vogts, welche schon in § 13 erwähnt wurde. Auch er hat die Wachstumsgeschwindigkeit der Avenakeimpflanzen bei Dauerbelichtungen mit verschiedener Intensität bestimmt. Wie gesagt, sind seine Resultate quantitativ nicht leicht vergleichbar mit den meinigen, weil er senkrecht von oben belichtete. Übrigens stimmen seine Resultate bei Dauerbelichtungen recht gut überein mit den bei Helianthus erreichten Ergebnissen. Dafür kann ich besonders empfehlen die Seiten 222 bis 225 und 244 bis 248 seiner Arbeit mit den von mir beschriebenen Befunden zu vergleichen. Prinzipiell kommen die Resultate auf dasselbe nieder.

Gleich wie bei den kurzen Belichtungen ist aber auch hier die spätere Wachstumsförderung im Verhältnis zu der anfänglichen Wachstumsverringerung nach den Versuchen Vogts bei Avena viel stärker als bei Helianthus in meinen Versuchen der Fall ist, aber es bleibt möglich, daß der vor der Belichtung von Vogt bestimmte Wachstumswert durch die dauernde rote Belichtung beeinflußt war. Jedenfalls ist die Wachstumsverringerung in Vogts Versuchen für Avena auch sehr beträchtlich. Der Zuwachs sinkt, wie ich aus seinen Tabellen berechnete, in 16 M.-K. auf 62% und 67%, in 64 M.-K. auf 62% und 47%, in 500 M.-K. auf 47% und 50%, in 1000 M.-K. auf 50% und 44%.

Wichtig ist es weiter aus Vogts Tabellen aufzumerken, daß bei den Dauerbelichtungen die Reaktion bei 16 M.-K. und 100 M.-K. nach 9, 6, 12 und 9 Minuten anfängt, bei 500 M.-K. und 1000 M.-K. aber schon nach 3 Minuten, aber auch nicht früher.

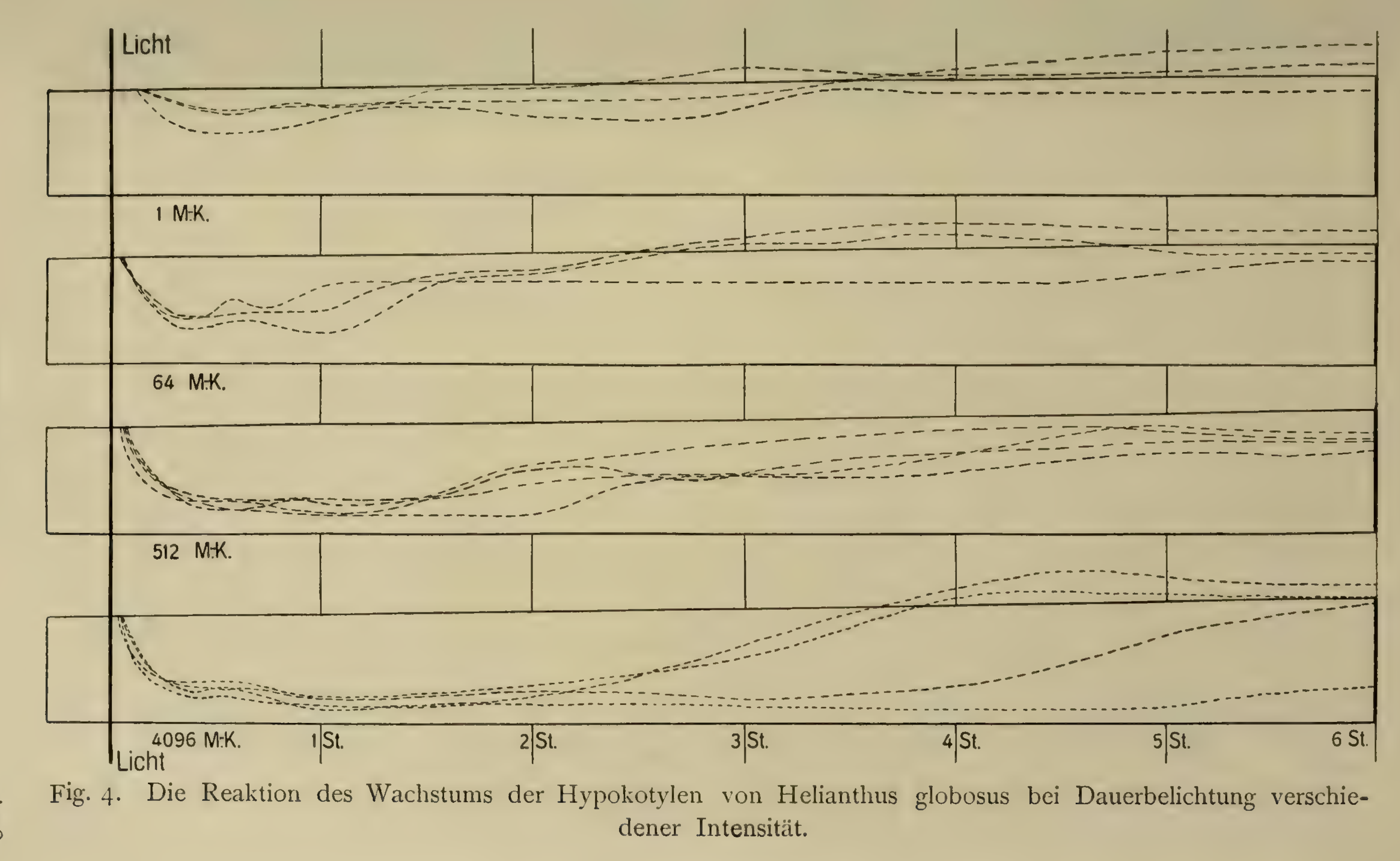


Fig. 4. Die Reaktion des Wachstums der Hypokotylen von Helianthus globosus bei Dauerbelichtung verschiedener Intensität.

Als Übersicht der in § 14 erhaltenen Tatsachen genügt weiter die Fig. 4.

---

§ 16. Die Photowachstumsreaktion und der Phototropismus bei den Hypokotylen von Helianthus globosus.

Der Phototropismus dieser Keimpflanzen.

Wir wenden uns jetzt an die Frage, welche phototropische Erscheinungen die Hypokotylen von Helianthus globosus zeigen. Dabei muß ich erinnern an die in § 11 beschriebenen Nutationen. Diese treten so stark hervor, daß der Phototropismus nicht sehr auffallend und jedenfalls nicht so einfach zu messen ist. Durch die Nutation allein kann die Pflanze schon Krümmungen bis höchstens 15° bis 20° in verschiedener Richtung aufweisen. Ich habe nun die Pflanzen einseitig bestrahlt mit bestimmten Lichtmengen (z. B. 64 M.-K.-S. und 30 000 M.-K.-S.) und versuchte darauf den Phototropismus festzustellen. Wegen der starken Nutationen gelingt das aber nicht; jedenfalls nicht mit Gewißheit, obwohl eine schwache, positive Neigung der Nutation zu beobachten schien. Wir werden nun bald sehen, daß wir uns nicht zu wundern brauchen, daß in diesen Fällen der Phototropismus fast nicht merkbar hervortritt.



Fig. 5. Positiv-gekrümmte Keimlinge von Helianthus globosus, während einigen Stunden mit einseitigem Tageslicht bestrahlt.

Die Hypokotylen von Helianthus globosus zeigen aber einen ausgesprochenen, positiven Phototropismus, wenn man sie dauernd in einseitiger Belichtung stehen läßt. Wenn wir die Keimpflanzen während einen Tag ans Fenster setzen, so krümmen sie sich im Laufe des Tages dem Licht zu. Dabei hört die Nutation nicht

auf, aber die Achse des Nutationskegels kehrt sich dermaßen dem Licht zu, daß nach vielen Stunden alle Pflanzen positiv gekrümmt sind in verschiedenen Winkeln bis 50^0 oder 55^0 (s. Fig. 5, S. 515). Dabei hat natürlich die Schwerkraft, wofür die Keimpflanzen sehr empfindlich sind, dem Phototropismus sogar entgegen gearbeitet.

Um dies etwas genauer zu untersuchen habe ich die Hypokotylen in einseitige Dauerbelichtungen von 64 M.-K. und von 512 M.-K. in den Thermostat aufgestellt. Bei jedem Versuch wurden vier bis sieben Keimpflanzen gebraucht. Wenn man eine Zahl derartiger nutierenden Pflanzen willkürlich aufstellt und wir aus einer bestimmten Beobachtungsstelle die Winkel messen, welche die Pflanzen nach links oder rechts ausweichen, so ist die Summe der Winkel (oder der mittlere Wert dieser Winkel) bei einer genügenden Zahl gleich Null. Die folgende Tabelle zeigt uns das Resultat einer derartigen Messung an zehn Versuchspflanzen, welche unbelichtet blieben. Die mittleren Abweichungen schwanken hier von $1\frac{1}{2}^0+$ bis 1^0-; bei einer viel größeren Zahl von Versuchspflanzen würde das noch geringer gewesen sein.

Tabelle 67.

Unbelichtet.

Nr.	2,10 Uhr	2,45 Uhr	3,10 Uhr	3,35 Uhr	4 Uhr	4,25 Uhr
1	10 —	5 —	0	5 —	10 —	10 +
2	0	0	0	0	0	0
3	10 +	5 +	0	0	5 —	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	15 —	0	15 +	20 +	10 +
6	0	5 +	5 +	10 +	10 +	0
7	5 +	10 +	0	15 —	5 —	0
8	0	10 —	15 —	10 —	0	5 +
9	20 —	5 —	10 +	25 +	10 +	15 —
10	15 +	20 +	10 +	5 —	15 —	20 —
Summe	0 +	5 +	10 +	15 +	5 +	10 —
Im Mittel	0^0	$\frac{1}{2}^0+$	1^0+	$1\frac{1}{2}^0+$	$\frac{1}{2}^0+$	1^0-

Jetzt führen wir dieselben Messungen an einigen Pflanzen aus, welche von der ersten Messung an in der einseitigen Dauerbelichtung mit 64 M.-K. aufgestellt waren. Das Resultat einiger Versuche gibt die Tabelle 68. Die Winkel, welche

die 20 Pflanzen zu bestimmten Zeiten in Beziehung zur Lichtrichtung zeigten, werden aufgezählt und zudem die mittleren Krümmungswinkel daraus berechnet.

Tabelle 68.

Einseitige Belichtung mit 64 M.-K.

Die Zahlen geben die Krümmungswinkel in Bogengraden.

Zeit / Nr.	0 Min. (Anfang der Belichtung)	20 Min.	40 Min.	1 St.	1 St. 25 Min.	1 St. 50 Min.	2 St. 10 Min.	2 St. 30 Min.
1	10 —	20 —	20 —	10 —	5 +	20 +	30 +	30 +
2	5 +	15 +	30 +	30 +	10 +	5 —	5 —	0
3	15 +	15 +	15 +	5 +	5 —	0	5 +	20 +
4	10 +	5 +	0	5 —	0	15 +	25 +	20 +
5	15 —	5 —	15 +	20 +	15 +	0	5 —	5 —
6	20 —	15 —	5 —	0	15 +	20 +	10 +	0
7	10 —	0	5 +	15 +	15 +	10 +	5 +	0
8	0	0	0	0	10 +	20 +	15 +	10 +
9	0	5 —	5 —	5 —	20 +	25 +	25 +	20 +
10	15 +	15 +	10 +	5 +	5 +	0	10 +	15 +
11	10 —	10 —	10 —	0	5 +	10 +	15 +	15 +
12	0	0	5 —	5 +	20 +	20 +	25 +	15 +
13	5 —	5 —	0	5 +	20 +	30 +	30 +	30 +
14	10 —	5 —	5 —	5 +	25 +	30 +	20 +	15 +
15	0	20 +	35 +	30 +	20 +	5 —	15 —	20 —
16	0	15 +	30 +	30 +	25 +	0	10 —	10 —
17	25 +	0	10 —	15 —	15 —	15 +	35 +	35 +
18	0	0	5 +	15 +	20 +	25 +	30 +	35 +
19	5 +	5 +	5 +	10 +	10 +	10 +	0	0
20	5 —	15 —	25 —	15 —	0	35 +	40 +	35 +
Sa.	10 —	10 +	65 +	125 +	220 +	275 +	285 +	260 +
Im Mittel	$1/2^0$ —	$1/2^0$ +	$3\,1/4^0$ +	$6\,1/4^0$ +	11^0 +	$13\,3/4^0$ +	$14\,1/4^0$ +	13^0 +

Was an der einzelnen Pflanze durch die starke Nutation nicht immer genau zu erkennen ist, das tritt hier deutlich hervor. Die Hypokotylen (oder die Nutationsachse) krümmen sich entschieden dem Lichte zu. Die Krümmungsneigung ist schon bald zu bemerken, die Krümmung steigt langsam und ziemlich regelmäßig bis ± 1 Stunde 50 Minuten nach dem Anfang der Belichtung. Darauf wird sie nicht viel stärker mehr. — Der mittlere Ablenkungswinkel beträgt 14^0 + nach 2 Stunden.

In gleicher Weise habe ich einige Versuche angestellt in 512 M.-K. Das Resultat ist wieder kurz zusammengefaßt in der folgenden Tabelle 69.

Tabelle 69.
Einseitige Belichtung mit 512 M.-K.
Die Zahlen geben die Krümmungswinkel in Bogengraden.

Zeit Nr.	0 Min.	20 Min.	45 Min.	1 St. 5 Min.	1 St. 30 Min.	2 St.	2 St. 20 Min.	3 St.
1	15 —	10 —	0	0	5 +	15 +	—	—
2	0	0	0	0	10 +	5 +	—	—
3	0	5 —	10 —	10 —	5 —	0	—	—
4	20 —	15 —	5 +	25 +	25 +	30 +	—	—
5	5 —	0	0	0	0	5 —	5 —	15 +
6	20 +	35 +	35 +	35 +	30 +	25 +	25 +	55 +
7	20 —	30 —	30 —	25 —	15 —	0	5 +	15 +
8	0	0	5 +	5 +	10 +	5 +	10 +	10 +
9	15 —	20 —	5 —	5 —	5 +	20 +	20 +	0
10	25 +	20 +	10 +	5 —	0	10 +	20 +	25 +
11	20 +	25 +	20 +	15 +	0	0	10 +	20 +
12	15 —	15 —	15 —	5 —	10 +	15 +	20 +	25 +
13	0	5 —	5 —	5 —	0	5 +	15 +	20 +
14	15 —	5 —	15 +	25 +	40 +	35 +	25 +	20 +
15	20 +	25 +	25 +	15 +	0	10 —	—	35 +
16	10 —	5 +	15 +	15 +	20 +	15 +	—	15 +
17	15 +	20 +	30 +	25 +	15 +	0	—	15 +
Sa.	15 —	25 +	95 +	100 +	140 +	165 +	—	—
Im Mittel	1^0 —	$1^1/_2{}^0$ +	$5^1/_2{}^0$ +	6^0 +	8^0 +	10^0 +	$14^1/_2{}^0$ +	21^0 +

Die positive Krümmung fängt wieder bald an, sie steigt zwischen 1 und 2 Stunden nach der Belichtung wahrscheinlich etwas langsamer als bei der 64 M.-K.-Belichtung. Nach 2 Stunden wird die Krümmung aber kräftiger fortgesetzt, beträgt im Mittel $14^1/_2{}^0$ + nach 2 Stunden 20 Minuten, und ist nach 3 Stunden sogar auf 21^0 + gestiegen. Weiter wurden diese Versuche nicht fortgesetzt. Eine Aufnahme der mit 512 M.-K. belichteten Keimlinge gibt uns die Fig. 6.

Die Verteilung des einseitigen Lichtes in der Keimpflanze.

Nachdem wir also gesehen haben, daß die Hypokotylen einen ziemlich schwach bleibenden, aber sehr deutlichen Phototropismus bei einseitigen Dauerbelichtungen zeigen, so fragen wir jetzt, ob und inwieweit dieser Phototropismus mit der gerade zur selben Zeit auftretenden Photowachstumsreaktion im Zusammenhang steht. Die §§ 14 und 15 haben uns die Photo-

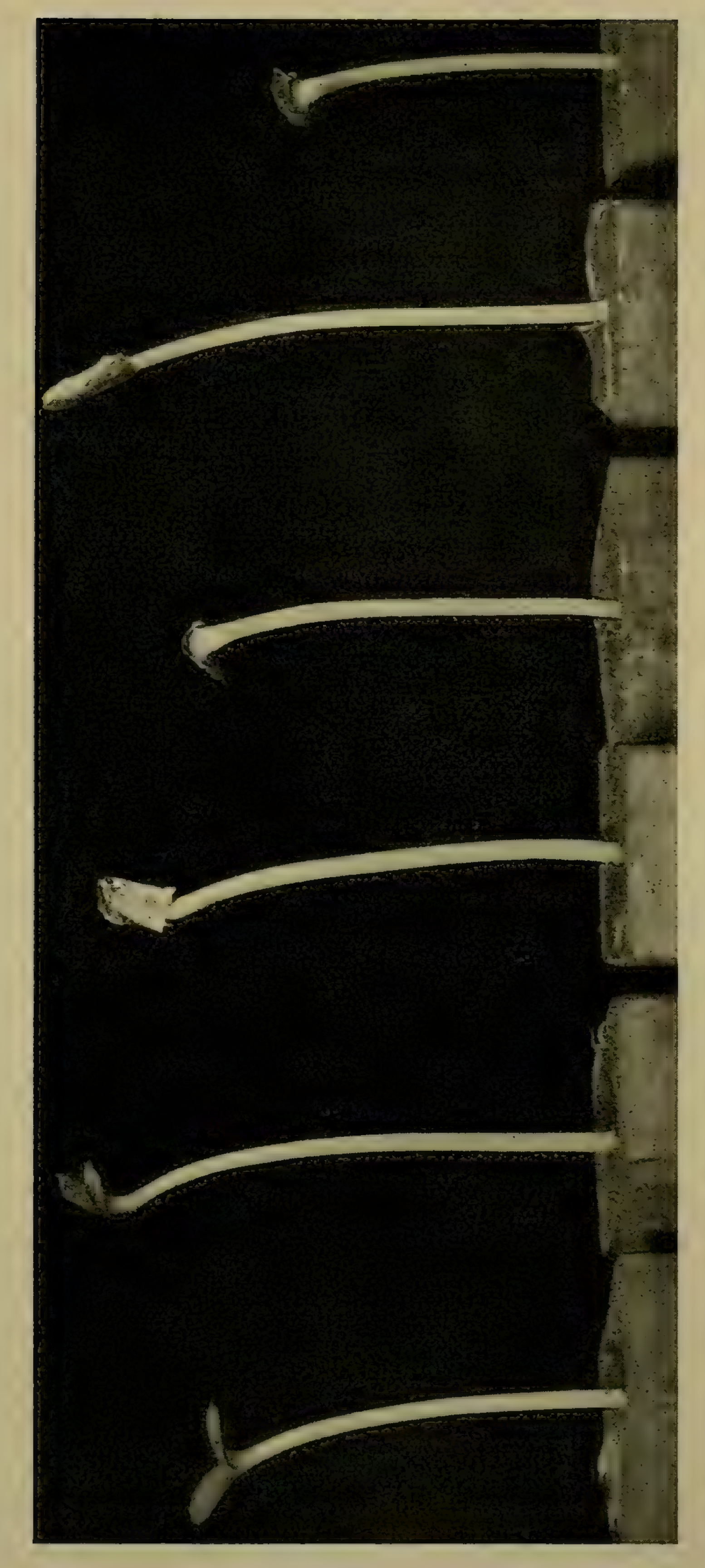


Fig. 6. Positiv gekrümmte Keimlinge, welche während 2—$2^1/_2$ Stunden einseitig mit 512 M.-K. belichtet wurden.

wachstumsreaktion bei Dauerbelichtung kennen gelehrt. Wollen wir jetzt wissen, welchen Einfluß sie auf die Hypokotylen bei einseitiger Beleuchtung ausüben wird, so müssen wir natürlich in der zweiten Stelle wissen, wie das Licht bei dieser einseitigen Bestrahlung von vorn nach hinten im Organ verteilt ist. Das ist nicht im voraus zu sagen, denn das Licht wird zum Teil im zylindrischen Organ wie durch eine Linse gebrochen, weiter wird ein kleiner oder größerer Teil zerstreut werden und schließlich wird eine gewisse Menge des Lichtes durch Absorption verschwinden. Das ist in den 2 mm dicken vielzelligen Keimpflanzen von Helianthus natürlich wieder ganz etwas anderes als innerhalb der glashellen $^1/_{20}$ mm dicken Zellen von Phycomyces.

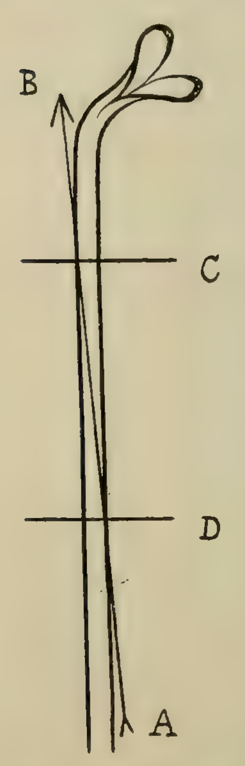


Fig. 7. Der Keimling wird nach der Linie AB durchgeschnitten und die zwischen C und D gelegenen Teile werden auf die photographische Platte gelegt (siehe Text).

Um nun ein Urteil zu gewinnen, wie viel Licht von der Vorderseite durch eine bestimmte Lage (also bis einer bestimmten Tiefe) ins Organ durchdringt, können wir Vertikalschnitte verschiedener Dicke durch die Keimpflanzen anbringen. Weiter können wir die Schnitte, nebeneinander z. B. auf eine Glasplatte gelegt, gegen das Licht halten und mit dem Auge das Verhältnis der Intensitäten beurteilen, welche durch die verschieden dicken Lagen der Keimpflanze von der Vorderseite aus durchdringen. Besser ist es, wenn man diese Schichten feucht auf eine photographische Platte legt und darauf die Platte mit einer gewissen Lichtmenge bestrahlt. Man kann aber viel einfacher verfahren, indem man einen sehr schiefen Längsschnitt durch die Pflanze anbringt, wie die Fig. 7 andeutet. Hält man solche Längsschnitte (z. B. auf einer Glasplatte) gegen das Licht, so sieht man mit einem Blick, daß die Vorderhälfte der Hypokotylen von viel mehr Licht durchstrahlt wird als die Hinterhälfte, während die Lichtintensität von der Vorderseite bis an die Hinterseite ziemlich gleichmäßig abnimmt.

Das will ich aber auch photographisch genauer beweisen und dafür habe ich solche schiefe Längs- oder Querschnitte (wie man sie nennen will) sofort, nachdem sie hergestellt waren, mit der Schnittfläche auf eine photographische Platte gelegt und mit einer gewissen geeigneten Lichtmenge die Platte senkrecht bestrahlt (Fig. 8). Das Licht kann natürlich nicht zugleich genau senkrecht auf die Platte und die Vorderseite der Pflanze fallen, aber der Fehler, den man dabei macht, ist nur sehr gering und er wird das Resultat noch verstärken, wenn man Rechnung damit hält. Es ist nicht so bequem, diese Bilder darzustellen, da die Schnitte leicht krümmen, da keine Luft zwischen den Schnitt und die Platte eindringen soll und drittens weil die Ränder bald auf die Gelatine festkleben. Diese Schwierigkeiten sind aber durch Übung größtenteils zu überwinden. An allen »Aufnahmen« oder besser »Abdrücken« erkennt man sofort, daß die durchdringende Lichtmenge von der Vorderseite nach der Hinterseite abnimmt. Einige der erhaltenen Bilder zeigt uns die Figur 9, welche wir noch etwas näher betrachten wollen.

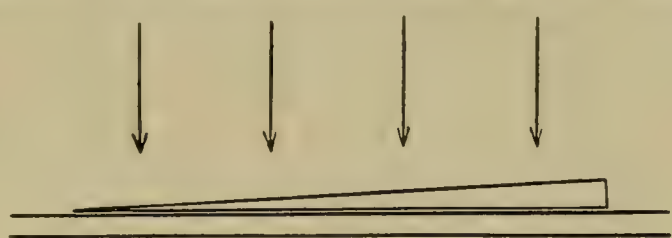


Fig. 8. Die Schnitte des Hypokotyls (siehe Fig. 7) auf die photographische Platte gelegt und von oben belichtet.

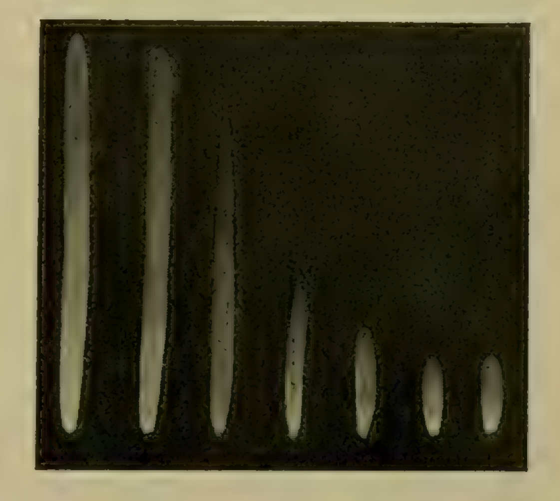


Fig. 9. Die Abdrücke der Schnittflächen des Hypokotyls auf die photographische Platte um das Verhältnis der Intensitäten des in das Hypokotyl durchdringenden Lichtes zu zeigen. Die Vorderseite ist nach unten gerichtet und das Bild ist ein Positiv.

In der Figur sind nur die Bilder der elliptischen Schnittflächen aufgenommen, indem das Übrige, das nur Verwirrung geben konnte, abgeschnitten ist. An den längeren Schnitten sieht man eine allmähliche Abnahme der Lichtstärke von vorn

nach hinten, an den kürzeren Schnitten ist der Kontrast natürlich stärker. Interessant ist es an den Abdrücken die durchgeschnittenen Gefäße wie dunkle Tüpfelchen auf einem helleren Feld beobachten zu können. (In der Reproduktion ist das fast nicht mehr zu beobachten.)

Wir machen bei dieser Methode noch einen kleinen Fehler, nämlich, daß bei diesen Aufnahmen nicht das Licht aufgenommen wird, welches im Organ aus hinteren Schichten nach vorn zurückgestrahlt wird. Das wird aber wohl sehr gering sein im Verhältnis zu dem von vorn nach hinten strahlenden Licht und wenn wir damit Rechnung hielten, so würde es den Kontrast zwischen Vorder- und Hinterhälfte gerade noch stärker machen.

Ich wollte noch außerdem zahlenmäßig ein Urteil gewinnen über das Verhältnis der Lichtstärke in der Pflanze. Es wurde dazu mit einer photographischen Platte eine Skala gemacht, indem die Platte in zwölf Streifen verteilt wurde, welche während 5, $7^1/_2$, 10, 15, 20, 30, 40, 60, 90, 120, 180 und 240 Sekunden belichtet wurden. Daß dies in einem auf eine Platte geschieht hat den großen Vorteil, daß die verschiedene Schwärzung der zwölf Streifen nur durch die verschiedenen Lichtmengen hervorgerufen wird, nicht durch die ungleiche Entwicklung.

Die Bilder der Schnittflächen wurden jetzt mit der Skala verglichen und das Verhältnis der Lichtstärken der Vorderseite, der Mitte und der Hinterseite abgeschätzt. Es wurde für die sieben Bilder der Fig. 9 das folgende Verhältnis gefunden:

Tabelle 70.

Lichtstärke an der Vorderseite bis in einer ± 0,2 mm tiefen Schicht	Lichtstärke in der Mitte (± 1 mm tief)	Lichtstärke an der Hinterseite bis ± 0,2 mm von der Hinterwand (± 1,8 mm tief)
10	6	4
21	10	6
15	7	4
15	7	4
8	5	3
18	10	5
15	8	4
Im Mittel 102	53	30

Also empfangen die Zellen an der Vorderseite ± $3^1/_2$ mal mehr Licht als an der Rückseite!

Es ist nicht unwichtig hier zu erwähnen, daß ich durch dieselben Messungen fand, daß nur $^1/_3$ bis $^2/_5$ der zugeführten Lichtmenge wirklich in die vordersten Zellen durchdringt. Es wird also mindestens $^3/_5$ des Lichtes von der (stark glänzenden!) Cuticula zurückgeworfen (und absorbiert). Die Lichtempfindlichkeit der Zellen ist also noch höher, als wir es aus den benutzten Lichtmengen vermuten konnten.

Die Ursache des Phototropismus.

Der § 14 hat uns gelehrt, daß die Hypokotylen von Helianthus bei Dauerbelichtungen mit 1 M.-K., 64 M.-K., 512 M.-K. eine langewährende Wachstumsverringerung aufweisen, und daß die Wachstumsabnahme um so stärker ist, je kräftiger die Intensität der Dauerbelichtung ist. Wenn wir die Hypokotylen einseitig belichten, so nimmt die Lichtstärke von vorn nach hinten ab, so daß sie in den Zellen der Hinterseite ± $3^1/_2$ mal geringer ist als in den der Vorderseite. Belichten wir die Vorderseite mit 512 M.-K. oder mit 64 M.-K., so wird also die Vorderhälfte der Keimpflanze eine stärkere Wachstumsverringerung erfahren als die Hinterhälfte. Die Pflanze muß krumm werden und die Krümmung wird eine positive sein. Wir haben im Anfang dieses Paragraphen gesehen, daß dies gerade der Fall ist. Wir nennen in der Pflanzenphysiologie dieses Krummwerden ungleichseitig belichteter Organe »Phototropismus«, und wir sehen, daß die Photowachstumsreaktion, welche an den gleichseitig belichteten Keimpflanzen von Helianthus globosus immer auftritt, bei den ungleichseitig belichteten Hypokotylen den Phototropismus zur Folge haben muß.

Weder die schiefe Lichtrichtung, noch die ungleiche Belichtung der Vorder- und Rückseite wirkt an sich als Reiz. Das Licht selbst (gleichseitig oder ungleichseitig, schief oder recht) ist immer ein Reiz und sein Einfluß in der Zelle ist sehr bald merklich in einer Wachstumsänderung. Bei ungleichseitiger Belichtung ist die Wachstumsänderung ungleich und tritt (wenn keine besonderen verhindernden Faktoren auftreten) die

Krümmung, also der Phototropismus, auf. Diese sekundäre Erscheinung ist bei weitem nicht so bedeutungsvoll als die Photowachstumsreaktion, welche uns gerade zu den fundamentellen Erscheinungen des Zelllebens führt.

Ich glaube dies früher an den Zellen von Phycomyces nitens bewiesen zu haben. Die vielzelligen Keimpflanzen von Helianthus globosus, wo sowohl die Photowachstumsreaktion wie die Lichtverteilung in der Pflanze eine ganz andere ist, geben jetzt prinzipiell gerade dasselbe Resultat.

Obwohl hiermit das Wichtigste gesagt ist, so will ich doch nicht diesen Paragraph beenden, ohne auf einige Details hingewiesen zu haben. Erstens wird man sich die Frage stellen, ob es nicht möglich ist, zu berechnen, wie viel die eine Hälfte mehr wachsen wird als die andere und daraus abzuleiten, ob dies stimmt mit dem nach einer bestimmten Zeit erreichten Krümmungswinkel. Ich gehe nicht zu tief darauf ein, weil man nicht genau genug berechnen kann, wie die zwei Resultanten der zu der Krümmung führenden Kräfte in der Vorder- und in der Hinterhälfte sich zueinander verhalten. Dafür muß ich z. B. auf die starke Gewebespannung in den Keimpflanzen hinweisen.

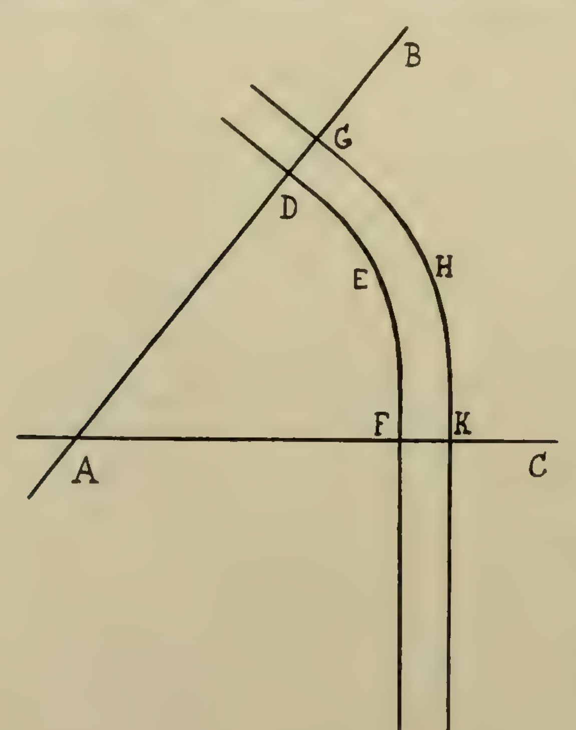


Fig. 10. Erklärung im Text.

Ich will hier aber eine Berechnung folgen lassen, welche ich hierüber gemacht habe. Dabei unterstellen wir einmal, daß die Entstehung der Krümmung hauptsächlich bedingt wird durch das Wachstum der vorderen und hinteren Zellen.

Bestrahlt man die Pflanze mit 512 M.-K. an der Vorderseite, so kann man die Wachstumsverringerung der vorderen Zellen ungefähr berechnen. Ich berechnete die Wachstumsverringerung während zwei Stunden nach einer mittleren Tabelle auf 1844 μ. Nehmen wir an, daß der Unterschied der Wachstumsverringerung bei den vorderen und den hinteren Zellen (deren Intensitäten sich verhalten wie $3^1/_2 : 1$) ungefähr die Hälfte ist als zwischen 512 M.-K. und der achtmal geringeren Intensität (64 M.-K.). Aus einer mittleren 64 M.-K.-Tabelle berechnete ich eine Wachstumsverringerung von 1094 μ in zwei Stunden, also ein Unterschied von 750 μ mit 512 M.-K. Der Unterschied des Zuwachses der vorderen und der hinteren Zellen würde also $\pm$ 375 μ in zwei Stunden sein. Das ist nur roh berechnet, aber es wird nicht weit von der Wirklichkeit entfernt sein.

Wie groß wird nun die Krümmung sein, wenn die Vorderseite 375 μ kürzer ist als die Hinterseite? Aus der Fig. 10, S. 524, läßt sich das Folgende ableiten: A B und A C stehen senkrecht auf die oberhalb und unterhalb der Krümmungszone gelegenen Teile der Pflanze.

$\angle$ BAC gibt den Krümmungswinkel.

Der Längsunterschied zwischen der konkaven und konvexen Seite

$$= \frac{\angle BAC}{360^0} \times 2\,\pi\,AG - \frac{\angle BAC}{360^0} \times 2\,\pi\,AD,$$

also:

$$\frac{\angle BAC}{360^0} \times 2\,\pi\,(AG - AD) = 375\,\mu.$$

AG — AD ist die Dicke der Keimpflanze, das ist $\pm$ 2 mm, also $\pm$ 2000 μ.

Wir berechnen weiter:

$$\angle BAC = \frac{375 \times 360^0}{2 \times 3,14 \times 2000} = \text{fast } 11^0.$$

Experimentell wurde gefunden, daß die mit 512 M.-K. einseitig bestrahlten Pflanzen nach zwei Stunden im Mittel 10^0 positiv gekrümmt sind!

Da dieser Berechnung eine nicht sehr genaue Schätzung vorausgehen müßte, so ist die sehr große Übereinstimmung zum

Teil zufällig. Aber es ist wichtig, daß hier auch die Vergleichung der theoretisch und experimentell gefundenen Zahlen beweisen, daß der Phototropismus nur eine Folge der Photowachstumsreaktion ist.

Schließlich komme ich noch einmal auf die Erscheinung zurück, daß kurze Belichtungen mit einer bestimmten Lichtmenge keine merklichen Krümmungen hervorrufen. Als ich dies gefunden hatte, habe ich auf die oben beschriebene Weise eine Berechnung gemacht, wie groß die Ablenkung theoretisch sein würde bei einseitiger Belichtung mit z. B. 32 M.-K.-S. und 16000 M.-K.-S. Und da ergab sich, daß diese Krümmungen jedenfalls nicht mehr als 5^0 werden konnten. Damit war es mir deutlich geworden, warum bei der ziemlich starken Nutation bei diesen Belichtungen praktisch kein Phototropismus beobachtet wird.

Unter Verweisung nach Fig. 10 ist es nicht ohne Bedeutung, hier auf das Folgende aufmerksam zu machen. Die Figur zeigt, daß, wenn die Längedifferenz zwischen Vorder- und Rückseite bei Helianthus und bei Phycomyces gleichgroß ist, dies bei Helianthus nur einen 40 mal geringeren Krümmungswinkel hervorruft als bei Phycomyces, weil Helianthus globosus 40 mal dicker ist als Phycomyces nitens! Es ist wichtig darauf zu achten, denn es zeigt uns, daß es durchaus unrichtig ist, die Lichtempfindlichkeit verschiedenartiger Pflanzen nach ihren Krümmungen zu beurteilen. Man würde bis jetzt diesem Helianthus eine schwache phototropische Empfindlichkeit zugeschrieben haben. Mit derartigen Vorstellungen habe ich jetzt gebrochen, nachdem die tieferen Ursachen des Phototropismus gefunden sind. — Es hat sich ja doch herausgestellt, daß der positive Phototropismus von Helianthus auf eine ganz andere Weise zustande kommt als bei Phycomyces, daß aber in beiden Fällen immer zwei Faktoren die Krümmungen bestimmen: die Photowachstumsreaktion und die Verteilung des einseitigen Lichtes im Organ.

---

§ 17. Schluß.

Wenn ich die Ergebnisse dieser Arbeit kurz zusammenfassen will, so brauche ich nur nach § 13, § 15 und dem Schluß des § 16 zu verweisen. Darum will ich mich in diesen letzten Seiten sehr beschränken.

Die Hypokotylen von Helianthus globosus haben, wenn sie 4 bis 6 cm lang sind, eine wachsende Zone von 3 bis $4^1/_2$ cm, wobei der größte Zuwachs auf 4 bis 14 mm vom oberen Ende entfernt gefunden wird.

Wenn diese Hypokotylen gleichmäßig vierseitig belichtet werden, so zeigen sie nach wenigen Minuten eine typische Photowachstumsreaktion, welche aber gerade umgekehrt ist als bei Phycomyces. Bei Helianthus findet man als primäre Reaktion eine Wachstumsverringerung, bei Phycomyces eine Beschleunigung. Darum will ich den Reaktionstypus von Helianthus als negative, den von Phycomyces als positive Photowachstumsreaktion unterscheiden.

Weiter ist die Erscheinung bei Helianthus auf eine 4- bis 5 mal längere Zeit »ausgezogen« als bei Phycomyces. Übrigens zeigen beide Pflanzen in ihrem Reaktionsbild aufs Deutlichste die Doppelwirkung zweier antagonistischer Reaktionen, indem eine Antireaktion den Effekt der primären Reaktion beeinflußt und entgegenarbeitet. Die hieraus resultierende Reaktionsform zeigt bei Helianthus und Phycomyces bis in Einzelheiten Übereinstimmungspunkte, worauf wir in § 13 hingewiesen haben (vergleiche besonders Fig. 5 A bis H, 1914 und Fig. 3 in dieser Arbeit).

Bei Dauerbelichtungen tritt ebenfalls die negative Photowachstumsreaktion sehr stark auf, und verharrt in höheren Lichtintensitäten längere Zeit auf recht niedrige Wachstumswerte. Im Laufe der Stunden nach An- und Absteigungen wird das Wachstum immer ruhiger und nähert sich schließlich wieder der ursprünglichen Wachstumsschnelligkeit. Vielleicht liegt der Wachstumswert bei diesem neuerworbenen Gleichgewicht in schwächerer Intensität etwas oberhalb, bei höheren Lichtstärken ein wenig unterhalb dem normalen Dunkelwert. Die Wachstumsverringerung wird bei 1 M.-K., 64 M.-K. und 512 M.-K.,

zum Teil auch bei 4096 M.-K. mit der steigenden Intensität immer stärker.

Die Hypokotylen zeigen eine starke, rotierende Nutation, wodurch der Phototropismus vielfach wenig deutlich ist. Der positive Phototropismus tritt aber bei einseitiger Dauerbelichtung z. B. 64 M.-K., 512 M.-K., und Tageslicht, kräftig auf. Die Lichtstärke nimmt bei einseitiger Belichtung von vorn nach hinten ziemlich gleichmäßig ab, so daß die Lichtstärke der vordersten Zellen sich zu jenen der hinteren Zellen ungefähr wie $3^1/_2 : 1$ verhält. Da bei Dauerbelichtungen das Wachstum in den stärkeren Intensitäten während der ersten Stunden mehr verringert wird als in den schwächeren Intensitäten, so ist die ungleiche Photowachstumsreaktion der ungleich belichteten Vorder- und Rückseite die vollständige Erklärung des Phototropismus dieser Keimlinge. Der aus den Wachstumsmessungen theoretisch berechnete Krümmungswinkel stimmt sogar mit dem experimentell gefundenen »phototropischen« Krümmungswinkel vollständig überein.

So bin ich mit diesem vielzelligen Organismus gerade zu denselben wesentlichen Resultaten gekommen als mit den einzelnen Zellen von Phycomyces, wie viel auch die Erscheinungen in Einzelheiten auseinandergehen. Die Wachstumsreaktion und die Lichtverteilung im Organ selbst ist bei diesen so verschiedenartigen Organismen eine ganz andere, und doch zeigen die beiden Pflanzen aufs deutlichste,

1. daß durch das Licht eine sehr charakteristische Reaktion des Wachstums hervorgerufen wird,

2. daß diesen durch das Licht hervorgerufenen Reaktionen das Betragen eines physikalisch-chemischen Gleichgewichts zugrunde liegt,

3. daß der Phototropismus eine sekundäre Erscheinung ist, welche notwendig infolge der ungleichen Photowachstumsreaktion ungleich belichteter Seiten auftritt; daß Pflanzenzellen also nicht erregt werden, weil das Licht schief fällt, oder weil die verschiedenen Seiten des Organismus ungleich belichtet sind; daß also

nicht eine Lichtrichtung oder ein Belichtungsunterschied vom Protoplasma perzipiert wird, aber daß das Licht (gleichseitig oder nicht gleichseitig), in der lebendigen Zelle immer wirkt oder »reizt«, so daß diese Wirkung schon nach 3 Minuten im Wachstum durch die auffallende Reaktion nachzuweisen ist.

Ich will hier keine ausführlicheren Betrachtungen hinzufügen. Was in dieser Arbeit mitgeteilt wurde, hat völlig die im vorigen Jahre für Phycomyces veröffentlichten Tatsachen und Auffassungen bestätigt, ebenso die schon zum Teil in 1909 auseinandergesetzte Gleichgewichtstheorie. Dafür verweise ich auf diese Arbeiten und außerdem auf den in den »Archives du Musée Teyler« (1915) gerade erschienenen Aufsatz, wo ich meine Auffassung über Empfindlichkeit, Erregung, Stimmung usw. auseinandergesetzt habe.

Man wird verstehen, daß von diesem Standpunkte aus die Literatur des Phototropismus und sogar der Tropismen im allgemeinen einer kritischen Revision unterliegen konnte. Man denke sich z. B. wie wir die Untersuchungen über die »phototropische« Stimmung, also die Versuche über den Einfluß einer Vorbelichtung oder sogar Nachbelichtung zu verstehen haben, während wir jetzt (auch durch die ausführlichen Versuche Vogts bei Avena) wissen, daß bei diesen Manipulationen das Wachstum der Pflanzen für viele Stunden eingreifend geändert wurde.

Wir können jetzt nicht länger tropistische Versuche anstellen und versuchen tropistische Erscheinungen zu verstehen, ohne das Wachstum selbst zu berücksichtigen!

Lieber möchte ich also in dieser Hinsicht die Literatur hier ruhen lassen. Nur glaube ich zum Schluß auf einige Äußerungen in der Literatur antworten zu müssen.

Vogt, der nur eine vorläufige Mitteilung berücksichtigt zeigt in meinen Darlegungen über den Phototropismus keinen Fehler, aber sagt nur unbestimmt, daß sie »nicht sehr überzeugend wirken. Sie könnten auch höchstens für einzellige glashelle Pilzhyphen zutreffen, keinesfalls aber können sie uns irgendwelche Aufklärung über die Vorgänge bei vielzelligen phototropischen Organen, Sprossen und Wurzeln höherer Pflanzen geben«. Warum denn nicht? Will man hier vielleicht die Versuche anführen, daß

man bei gewissen Keimpflanzen allein die Kotylen oder die Spitze einseitig zu belichten braucht, damit der verdunkelte Keimling doch nach Reizleitung sich krümmt? Kann diese Krümmung anders entstehen, als durch ungleiches Wachstum der Vorder- und Rückseite? Und wer kann mir dann beweisen, daß dieses ungleiche Wachstum durch eine spezielle unten ausgeführte »phototropische« Reaktion zustande kommt und nicht einfach durch einen direkten an beiden Seiten etwas ungleichen Einfluß auf das Wachstum von oben her?

Diesen Gegenstand will ich noch näher untersuchen.

Arisz (1915) sagt (S. 204): »Ob diese Richtung dadurch perzipiert wird, daß die Stärke der Prozesse an Vorder- und Hinterseite verschieden sind, ist noch nicht zu entscheiden« (vgl. Blaauw). Es ist mir nicht deutlich, ob Arisz in diesem Satz meine Auffassung zu charakterisieren meint, und also davon sagt, daß über ihre Richtigkeit noch nicht zu entscheiden ist. Ist das der Fall, so wird man hoffentlich einsehen, daß diese Formulierung meiner Auffassung gar nicht entspricht. Wenn also hier und da unbestimmte Anzweiflungen meiner Auffassung geäußert werden, so wäre es vielleicht für die Aufklärung besser, wenn man mit Bestimmtheit und mit Tatsachen über diese Sache diskutierte.

Auf S. 205 will ich noch hinweisen, weil Arisz da über meine Gleichgewichtstheorie sagt: »Warum es dann aber eine photochemische Gleichgewichtsänderung und nicht ein photokatalytischer Prozeß sein würde . . ., ist von Blaauw nicht mit genügender Sicherheit auseinandergesetzt worden«. Über diese Aufmerkung habe ich mich gewundert, da gerade die Tatsachen, welche der Autor selbst beim Phototropismus von Avena gefunden hat und die, welche ich für die Wachstumsreaktion bei Phycomyces (und jetzt bei Helianthus) fand, eine katalytische Wirkung des Lichtes in hohem Grade unwahrscheinlich machen. Arisz selbst fand doch, daß eine bestimmte Lichtmenge zu einer bestimmten Krümmung führt, daß die Reaktionsgröße also ganz abhängig ist von der Menge des zugeführten Lichtes. Schon daraus kann man doch verstehen, daß die Lichtwirkung einfach photochemisch ist und nicht katalytisch. In diesem Fall doch wäre die Lichtwirkung eine echte, »auslösende« gewesen, wobei zwischen

Reaktionsgröße und Lichtmenge keine bestimmte Beziehung bestanden hätte. Später habe ich für die Photowachstumsreaktion die quantitative Beziehung zu der Lichtmenge ausführlich untersucht und besprochen.

Die Bedeutung der genannten Versuche besteht also gerade darin, daß sie deutlich auf eine photochemische Gleichgewichtsänderung, auf einen nichtkatalytischen Prozeß weisen.

Ich hoffe, daß man nach dieser zweiten Arbeit über die Photowachstumsreaktion und den Phototropismus die Bedeutung und die Richtigkeit dieser Auffassung und Erklärung annehmen kann.

Wenn man sich aber, was der photochemischen Perzeption und dem Phototropismus anbelangt, entschieden gegen meine Auffassung erklärt, so möchte ich im Interesse der Sache bitten, durch bestimmte Tatsachen die Unrichtigkeiten zu beweisen. Wenn man die photochemische Natur der Lichtperzeption nicht annimmt, so wird man aber außerdem in exakterer Weise als es bis jetzt üblich war, eine andere Auffassung zu geben haben, welche auch mit allen beschriebenen Erscheinungen ebensogut stimmt. Wir können uns nicht länger mit Ausdrücke, wie »Erregung des lebendigen Plasmas« u. a., begnügen. Wenn man die Erklärung des Phototropismus verwirft, so muß man ihre Unzulänglichkeit beweisen, oder wenigstens zeigen, daß wirklich eine spezielle »phototropische« Empfindlichkeit besteht, welche sekundär, um ihr Ziel zu erreichen, zu einem ungleichen Wachstum Anlaß gibt.

Ich bevorzuge es bei einer Auffassung zu bleiben, welche sowohl, was der Lichtperzeption wie dem Phototropismus anbetrifft, nicht auf unbestimmten Ausdrücken, aber auf einfacheren und physikalisch-chemisch verständlichen Gründen beruht. Hoffentlich aber wird es nicht nötig sein, daß hierüber viel Streit entsteht und werden die Kräfte für einen gemeinschaftlichen weiteren Aufbau der Begriffe zusammenarbeiten können.

Haarlem, Juni 1915.

Literatur.

Arisz, W. H. (1914—1915), Untersuchungen über den Phototropismus. Recueil des trav. bot. néerl. Vol. XII.

Blaauw, A. H. (1909), Die Perzeption des Lichtes. Ebenda. Vol. V.

— (1912), Ann. du Jardin Bot. de Buitenz. Sér. II. Vol. XI.

— (1914), Licht und Wachstum I. Zeitschr. f. Bot. **6.**

— (1915), Recherches et théories nouvelles sur la sensibilité physiologique. Arch. du Musée Teyler. Sér. III. Vol. III.

Vogt, E. (1915), Über den Einfluß des Lichts auf das Wachstum der Koleoptile von Avena sativa. Zeitschr. f. Bot. **7.**

Besprechungen.

Murbeck, Über die Baumechanik bei Änderungen im Zahlenverhältnis der Blüte.

Lunds. Univ. Årsskr. N. F. 1914. **11.**

Verf. bezeichnet es als das Ziel seiner Arbeit, die baumechanischen Mittel festzustellen, die bei der Umgestaltung der Rosaceenblüte wirksam sind. Als Untersuchungsobjekte dienten ihm Comarum palustre und Alchemilla vulgaris, von denen einige tausend Blüten analysiert wurden. Comarum palustre ist gewöhnlich pentamer; häufig kommen daneben überzählige Blüten mit 6 bis 8 Gliedern im Quirl vor, manchmal ist sogar die 9 bis 12 zahl wenigstens partiell durchgeführt; seltener sind tetramere Minusvarianten. Innerhalb engerer Grenzen schwankt Alchemilla vulgaris. Neben normal tetrameren Blüten treten pentamere, hexamere, trimere und andeutungsweise dimere auf. Es hat sich hier, wie schon so oft, gezeigt, daß die Quirlzahl vom Ernährungszustand abhängig ist. Blüten an kräftigen Individuen und an bevorzugten Lagen der Infloreszenz weisen erhöhte Quirlzahlen auf, im umgekehrten Fall tritt Reduktion ein.

Eine nähere Analyse der verschiedenen Blütendiagramme hat nun ergeben, daß Änderungen im Bauplan nach ganz bestimmten Gesetzmäßigkeiten erfolgen. Die umgestaltende Tätigkeit ist streng lokalisiert; sie beschränkt sich auf bestimmte Radien, die entweder eingefügt oder ausgeschaltet werden. Die Lage dieser Radien kann sehr verschieden sein, episepal, epipetal oder intermediär. Je nachdem erhält man natürlich verschiedene Bilder. Bei hochzähligen Blüten können gleichzeitig mehrere Radien eingeschoben werden, ja es kommen sogar Fälle vor, wo an der einen Stelle ein Radius eingefügt, an der andern ein solcher unterdrückt wird.

Es ist nun von Bedeutung, daß die Vermehrung der Gliederzahl anscheinend stets durch Spaltung, die Verminderung aber durch Verschmelzung zustande kommt. Wirkliche Neubildung und wirklicher

Abort finden nicht statt. Eine Ausnahme bilden bloß die Kronblätter, die bei Comarum palustre eine starke Tendenz zur Reduktion aufweisen. Verf. fand häufig Blüten, die bei sonst normaler Ausbildungsweise nur 1 oder 2 Petalen besaßen. Mitunter werden übrigens bei Comarum die Kronblätter, statt zu verschwinden, in Antheren umgewandelt, ein Zustand, der nach der Deutung des Verf.s bei Alchemilla stationär geworden ist.

Bei den erwähnten Spaltungen und Verschmelzungen brauchen die Spaltungs- und die Verschmelzungsprodukte keineswegs gleichartig zu sein. Ein Kronblatt kann sich beispielsweise in ein Kronblatt und in ein Kelchblatt gliedern und es kann mit einem Staubblatt zu einem einheitlichen Gebilde verwachsen. Das läßt sich an unvollkommenen Teilungsstadien einwandfrei feststellen.

Der von der Veränderung betroffene Radius hat bei der Pleiomerie meistens eine andere Lage als bei der Meiomerie. Dort liegt er vorzugsweise episepal, hier epipetal. Verf. bringt dies wohl mit Recht damit in Zusammenhang, daß der Gefäßbündelstrang, der in den Radius des Kelches verläuft, kräftiger entwickelt ist und daher zu Gabelung neigt, während das schwächere Bündel des Kronblattradius leichter von Reduktionen betroffen wird. Eine Berücksichtigung des Gefäßbündelverlaufs macht es auch verständlich, daß die Organe einer Blüte gruppenweise in einer Linie vermehrt oder vermindert werden. Denn wenn ein bestimmter Gefäßbündelstrang sich gabelt, dann werden naturgemäß all die Blütenorgane verdoppelt, die diesem Strange zugeordnet sind. Auf diese Weise bietet sich eine Möglichkeit, ohne Zuhilfenahme besonderer Hypothesen die Erscheinung der »gepaarten Blattanlagen« zu erklären.

Acht Tafeln dienen dazu, von dem großen Reichtum der abweichenden Diagramme, besonders von den theoretisch bedeutsamen Übergangsphasen ein anschauliches Bild zu geben. P. Stark.

Burgeff, H., Untersuchungen über Variabilität, Sexualität und Erblichkeit bei Phycomyces nitens Kuntze.

Flora. 1914. N. F. **7**, 259—316.

Versuche zur künstlichen Erzeugung von Modifikationen und Mutanten im Pflanzenreich, gaben Verf. Veranlassung, den zu solchen Versuchen besonders geeignet erscheinenden Phycomyces nitens in Kultur zu nehmen. Dabei stellte sich nun überraschender Weise heraus, daß die früher für konstant gehaltene Art eine große Mannigfaltigkeit der Formen aufweist und dadurch kam es, daß, wie Verf. sich ausdrückt,

»statt des ihn zwingenden Experimentators, der Phycomyces die Führung übernahm«.

Durch Aussaat der Sporen vieler Sporangien und Weiterkultur der von der normalen Phycomyces nitens-Form abweichenden Keimmycelien, konnte Verf. eine Anzahl deutlich unterscheidbarer Varianten feststellen und durch wiederholtes Umimpfen rein erhalten.

Die Varianten zeigen teils am Mycel, teils an den Sporangienträgern nicht selten Rückschläge zur normalen Nitens-Form. Unter der Annahme, daß die Eigenschaften der verschiedenen Typen in den Kernen fixiert seien, vermutet Verf., daß in den normalen und reinen N-Formen nur ein Kerntypus gegeben sei und nennt diese homokaryotisch. In den Varianten aber, die »zurückschlagen«, nimmt er verschiedene Kerntypen an und nennt sie heterokaryotisch. Die weitere Annahme, daß die einen Kerne sich rascher teilen, als die anderen, wodurch sich das Abspalten der variierenden Myceläste erklären ließe, bildete für den Verf. eine Arbeitshypothese, die er seinen weiteren, in großem Umfang und mit größter Genauigkeit angestellten Untersuchungen zugrunde legte.

Schon Blakeslee beschrieb seinerzeit sogenannte neutrale Mycelien bei Phycomyces nitens, d. h. Mycelien, welche in ihren Sporangien nicht nur +-Sporen oder —-Sporen, proturieren, sondern auch Sporen, die +- und —-Kerne gemischt enthalten. Diesen neutralen Mycelien würden obige heterokaryotische Varianten entsprechen. Verf. stellte sich nun die Aufgabe, auf künstlichem Wege verschiedene Mycelien zu »heterokaryotischen Mixochimären« zu kombinieren. Die hierzu nötige Operation erforderte äußerste Genauigkeit und größte Geduld. Sie sei hier kurz erwähnt. Der noch kopflose Sporangienträger einer reinen (homokaryotischen) Form a wird an der Basis abgeschnitten. In die Schnittöffnung wird die Spitze des ebenfalls kopflosen Sporangienträgers einer zweiten reinen Form b eingeführt und dann dessen Plasmainhalt nach a hinübergequetscht. Die auf diese Weise a + b-Kerne enthaltende Mixochimäre regeneriert sich, bildet ein Sporangium und durch Aussaat von dessen Sporen erhält man ein Mycel, aus dem sich wieder die Formen a und b herausspalten lassen. Die künstliche Erzeugung von beliebigen Mixochimären gab Verf. die Möglichkeit noch der Lösung einer Reihe von sich daraus ergebender Fragen näher zu treten. So u. a. über das Mischungsverhältnis der Kerne in den einzelnen Varianten und den Einfluß der Plasmaeigenschaften, abgesehen von den Kernen, auf die Gestaltung der Mycelien. Die Untersuchungen lassen auch noch Aufklärungen über die noch unbekannten zytologischen Vorgänge in der Zygote erhoffen.

Ed. Gruber.

Koernicke, M., Über die Wirkung verschieden starker Röntgenstrahlen auf Keimung und Wachstum bei den höheren Pflanzen.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1915., **56**, 416—430.

Koernicke, der als einer der ersten schon früher den Einfluß von Radium- und Röntgenstrahlen auf die Pflanze untersucht hat, schenkte neuerdings seine Aufmerksamkeit der Einwirkung von X-Strahlen. Seinerzeit hat der Verf. bloß eine wachstumshemmende Wirkung der Röntgenstrahlen auf der Pflanze beobachtet.

In neuerer Zeit, da man infolge der Fortschritte der Röntgentechnik gelernt hat, die Intensität der Strahlen durch harte und weiche Röhren, Filter und Strahlenmesser zu variieren und zu messen, haben es hauptsächlich Mediziner (Evler, H. E. Schmidt und E. Schwarz) unternommen, auch mit der Pflanze zu arbeiten und haben dabei neben der wachstumshemmenden auch eine wachstumsfördernde Wirkung der X-Strahlen festgestellt. Dieser letztere Befund bewog nun Koernicke, der nur Wachstumshemmung bisher konstatieren konnte, seine Untersuchungen wieder aufzunehmen und insbesondere der Wirkung geringerer Strahlungsintensitäten sein Augenmerk zuzuwenden, hoffend, daß derlei Untersuchungen auch der Praxis zugute kommmen könnten. — Als Versuchspflanzen dienten: Vicia Faba, Phaseolus multiflorus, Ph. vulgaris, Lupinus albus, Brassica napus, Sinapis arvensis, Papaver somniferum, Zea Mais, Triticum vulgare und Avena sativa. — Es wurden ruhende, trockene, gequollene und bereits keimende Samen und junge Keimlinge bestrahlt und zwar mit harten und weichen Röhren, mit und ohne Filter und mit verschiedenen Strahlenmengen. Bezüglich der genaueren Versuchstechnik muß auf das Original verwiesen werden.

Die Versuche haben nun im wesentlichen gelehrt, daß verschiedene Pflanzenarten eine verschiedene Röntgenempfindlichkeit haben und daß der Einfluß um so stärker ist, je reger die Lebenserscheinungen zutage treten. Ein Unterschied in der Wirkung harter und weicher Strahlen und in der von filtrierten und unfiltrierten Strahlen ließ sich nicht erkennen.

Als am meisten röntgenempfindlich erwies sich Vicia faba. Hier ließ sich — aber nur bei Bestrahlung von ruhenden und gekeimten Samen — eine wachstumsfördernde Wirkung der X-Strahlen nachweisen, allerdings nicht in dem von Schwarz angegebenen hohen Grade. — Wachstumsförderung trat erst bei einer Strahlungsintensität von 1 bis 5 x bzw. $^1/_{30}$ bis $^1/_{10}$ x auf. Wachstumshemmung erfolgte erst nach einer Bestrahlung über 100 x.

Im großen und ganzen ist die Röntgenempfindlichkeit der untersuchten Samen, abgesehen von der Saubohne, eine so geringe, daß die Röntgenisierung für die Gärtnerei und Landwirtschaft keinerlei Erfolg verspricht. Ref. kann hinzufügen, daß einschlägige, nicht veröffentlichte Versuche über den Einfluß der Röntgenstrahlen auf das Treiben ruhender Knospen von Flieder und anderen Gehölzen im Gegensatz zur Strahlung des Radiums auch keinen Erfolg ergeben haben.

Alles in allem genommen sprechen Koernickes Untersuchungen dafür, daß ähnlich wie andere Strahlungen [1] und Gifte in stärkerer Intensität wachstumshemmend, in geringerer wachstumsfördernd wirken, dies auch bei den Röntgenstrahlen der Fall ist. Molisch.

Crocker, W., and **Davis, W. E.**, Delayed germination in Seed of Alisma Plantago.

Bot. Gaz. 1914. **58**, 285—321. 8 Fig.

Es ist bekannt, daß die Samen mancher Wasser- und Sumpfpflanzen im Gegensatz zu denen von Landpflanzen jahrelang unter Wasser ruhen können, ohne ihre Keimfähigkeit zu verlieren. Crocker (Bot. Gaz. 1907. **44,** 375) hat bereits früher nachgewiesen, daß es sich in solchen Fällen von Keimverzug nicht etwa um eine langsame Nachreife des Embryo handelt, sondern daß die Samen zu sofortiger Keimung im Wasser schreiten, wenn die Samenschale aufgebrochen wird, der Embryo also nicht mehr von dieser behindert wird, sich zu strecken und das Wachstum zu beginnen.

In vorliegender Abhandlung berichten Verff. über ihre zahlreichen Keimversuche mit Achänen von Alisma Plantago. Das Perikarp der Achäne läßt sich durch leichtes Reiben der Früchte zwischen den Fingern entfernen; es spielt keine Rolle bei der Keimung. Die Samenschale besteht aus zwei Zellagen, einer äußeren gelben, roten oder braunen und einer inneren farblosen. Am Mikropylenende ist eine ziemlich scharf begrenzte einschichtige Kappe ausgebildet. Innerhalb der inneren Zellage liegt eine acellulare Schicht aus Hemizellulose und Pektinsubstanzen, die wahrscheinlich aus dem Endosperm hervorgegangen ist. Mikrochemische Reaktionen zeigen, daß die Samenschale größtenteils aus Pektinstoffen besteht und daß die innere Wandung der zweiten Schicht verkorkt ist. Die Samen keimen in der Weise, daß der Embryo die Schalenkappe am Mikropylenende absprengt. Durch leichten Druck mit einem Messer läßt sich diese Kappe entfernen und so die

[1]) Molisch, H., Das Radium und die Pflanze. Vorträge d. Ver. z. Verbreit. naturw. Kenntnisse i. Wien. 1913. Jahrg. 53. Heft 6.

Schale öffnen. Im Wasser liegende Samen zeigen gewöhnlich die äußere Zellage zerstört; diese kann also keine wesentliche Rolle spielen, vielmehr ist die innere Zellage, vielleicht auch die acellulare Schicht verantwortlich für das Ausbleiben der Keimung unverletzter, im Wasser ruhender Samen.

An der Luft getrocknete Samen quellen im Wasser rasch auf, erfahren in zwei Stunden durch Wasseraufnahme eine Zunahme um 40% ihres Gewichtes, dann eine langsame Zunahme bis auf 50%, die sie dann längere Zeit konstant halten. Wird aber die Schalenkappe vorher entfernt, so nehmen die Samen in den beiden ersten Stunden bereits 60% ihres Gewichtes Wasser auf, in den nächsten 20 Stunden sogar 100%, und der durch Imbibition und Osmose gestreckte Embryo erfährt dann schrittweise Vergrößerung durch Wachstum.

Säuren und Basen wirken auf die Keimung der Alisma-Samen fördernd ein; sie verändern die Pektinsubstanzen chemisch, erweichen also die Schale, so daß der sich streckende Embryo die Schalenkappe über seinem breiteren Ende durchbrechen kann. Verff. halten es auch für möglich, daß die Imbibition und Osmose im Embryo selbst durch diese Reagentien zum Teil wenigstens etwas vergrößert werden und gelangen so zu einer chemisch-physikalischen Erklärung, die die unsichere Annahme eines »Stimulus« ersetzen soll.

Bemerkenswerterweise verlängert sich der keimende Embryo von Alisma bei vollständigem Mangel von Sauerstoff auf Kosten seiner Reservestoffe um mehr als 120%. Für seine spätere Entwicklung, Ergrünen, Wurzelbildung aber ist die Anwesenheit gewisser Mengen freien Sauerstoffs erforderlich. H. Schenck.

Heilpern, E., Keimungsphysiologische Untersuchungen.

Österr. bot. Zeitschrift. 1914, S. 286—293.

Der Verf. geht aus von Versuchen, welche er zur näheren Festlegung des Verhaltens von Samen bei der Keimung gegenüber Frost und Kälte anstellte. Den unbestimmten Begriff Frost und Kälte formuliert er näher zu den folgenden Fragen: Hat die Temperatur von 0^0 die Fähigkeit, die Keimung von Samen in bestimmter Weise zu beeinflussen? Ist die Beeinflussung verschieden, je nachdem die Samen in Wasser, Luft, Eis oder Schnee von dieser Temperatur liegen? Er bringt zur Beantwortung dieser Fragen Samen verschiedener Pflanzen in ein Kühl- und Gefrierhaus, wo die Temperatur um 0^0 (bis -3^0 und wenig über 0^0) schwankt. Dort werden die Samen 8 Tage bis 6 Wochen belassen, dann auf Filtrierpapier in Petrischalen in Licht und Dunkel im Ver

suchshaus — dem Glashause des Wiener pflanzenphysiologischen Institutes — zur Keimung ausgelegt (also ohne konstante Keimtemperatur). Weder bei Samen mit noch bei solchen ohne Ruheperiode wird ein Einfluß der niederen Temperatur festgestellt. In keinem Falle kommt es zu einer Keimbeschleunigung.

Nun wollte Verf. feststellen, ob die Temperatur von 0° abkürzend auf eine vorhandene Ruheperiode wirkte. »Ich war also vor die Notwendigkeit gestellt, nach Samen mit Ruheperiode zu suchen, nach den vorhandenen Angaben besitzen eine solche die Gattungen: Amarantus, Fraxinus, Carpinus, Genista, Digitalis, Betula, Sisymbrium, welche sich für meine Versuche als nicht geeignet erwiesen. Es gelang mir eine Ruheperiode bei Acer platanoides, Aethusa cynapium, Geranium pyrenaicum, Oenothera biennis, Ranunculus acer, Silene acaulis festzustellen.« Hier hat sich der Verf. wohl etwas zu viel Mühe gemacht, denn Samen mit Ruheperiode sind keineswegs nur aus den zitierten Arbeiten von Baar, Kienitz und Nobbe bekannt; es sei hier nur beispielsweise an die große Auswahl von Samen mit Ruheperiode, welche man aus den Berichten der dänischen Samenkontrollstation entnehmen kann, hingewiesen. (Übrigens hat Ref. in allerletzter Zeit ein kurzes Sammelreferat über Keimverzug in der Naturw. Wochenschrift gebracht, in dem noch weitere einschlägige Literaturnotigen zu finden sind.) Auf eine nicht allzu tiefe Bekanntschaft mit der Keimungsliteratur läßt auch der folgende Satz schließen: »Es scheint der unausgeruhte Same gegen Lichteinflüsse viel empfindlicher zu sein, als der ausgeruhte. . . . Dieses Resultat dürfte für die jetzt modernen Lichtuntersuchungen wichtig sein, da man gewöhnlich mit nicht ausgeruhten Samen gearbeitet hat; da bisher nur wenige Samen mit Ruheperiode bekannt waren, hat sich auch noch niemand die Frage vorgelegt, ob der wichtige Faktor Licht bzw. Dunkel einen Einfluß habe, wenn man die Samen am Anfang und am Ende der Ruheperiode daraufhin untersucht.« Nach Ansicht des Ref. sind aber die Nachreifeerscheinungen der Samen gerade bei den Lichtkeimungsuntersuchungen mit aller wünschenswerten Schärfe berücksichtigt worden und zwar ist schon von Jönsson auf das Samenalter 1882 in diesem Zusammenhange hingewiesen worden, wie auch von Kinzel und dem Ref. sowohl bei Samen mit, als ohne Ruheperiode dem Samenalter weitgehende Beachtung geschenkt wurde. Vor allem wurde festgestellt, daß unausgeruhte Samen viel lichtempfindlicher sind, als ausgeruhte, so daß die Feststellung des Verf. nur als neuer Spezialfall anzureihen wäre.

Auf weitere Einzelheiten dieser Arbeit soll nicht eingegangen werden.

E. Lehmann.

Nilsson-Ehle, H., Zur Kenntnis der mit der Keimungsphysiologie des Weizens im Zusammenhang stehenden inneren Faktoren.

Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung. 1914. **2**, 153—185.

Die Samen unserer Getreidearten gehören im allgemeinen zu den sehr schnell nach der Reife wiederauskeimenden Samen. Es eignet ihnen also keine lange Keimruheperiode. Dennoch konnte Verf. zeigen, daß sich die Samen verschiedener Weizensorten in der Schnelligkeit der Auskeimung nach der Reife nicht alle gleich verhalten. Am Ende bestimmter Zeiten (4, 8, 12 Tagen) waren bei verschiedenen Sorten verschiedene Prozentsätze ausgekeimt. Diese Erfahrung ist einmal insofern von praktischer Bedeutung, als ein sehr schnelles Auskeimen leicht zu vorzeitiger Ährenkeimung führt, während ein zu langsames Auskeimen eine schwächliche Saat nach sich zieht.

Verf. zeigt nun, daß die erbliche physiologische Eigenschaft, in der ersten Zeit nach der Reife schneller oder langsamer zu keimen, u. a. inneren Faktoren mit den Rotfaktoren, d. h. denjenigen Faktoren, welche die rote Färbung der Samenschale erzeugen, in Zusammenhang steht. Die weißen Sorten, bei welchen Rotfaktoren überhaupt fehlen, keimen am leichtesten; hiernach kommen die roten Sorten, deren Rot auf einem Faktor beruht (monomere Sorten), die also bei Bastardierung mit weißen Sorten im Verhältnis 3 : 1 aufspalten. Hierauf folgen die dimeren, trimeren usw. bis polymeren Sorten. Verf. legt dieses Verhalten auf Grund vergleichender Keimungsversuche und Vererbungsanalyse dar. Verf. zeigt indessen auch, daß die Rotfaktoren dieses spezifische Keimverhalten nur teilweise bedingen und daß jedenfalls noch andere innere Faktoren hierbei mitspielen, zumal sich ergeben hat, daß auch verschieden schnell keimende weiße Sorten vorhanden sind.

Was das Wesen der Keimungshemmung durch die Rotfaktoren anlangt, so kann Endgültiges noch nicht gesagt werden. Verf. bringt die Rotfärbung in Verbindung mit den permeabilitätsbestimmenden Schichten der Samenschale, in welcher die Rotfaktoren lokalisiert sind. Er zeigt, daß die weißen und einfaktorig roten Sorten eine etwas schnellere Wasseraufnahme aufweisen als die mehrfaktorig roten. Zugleich stellt er fest, daß mit dem roten Farbstoff eine Strukturdifferenz des einen Häutchens der Samenschale Hand in Hand geht, indem bei Abwesenheit von Rotfaktoren das innere Häutchen der Samenschale entschieden dünner und zarter ist, als sonst. E. Lehmann.

Bryan, G. S., The archegonium of Sphagnum subsecundum.

Bot. Gaz. 1915. **59**, 40—56. pl. IV—VII.

Eine neuere cytologische Untersuchung für die Gattung Sphagnum steht zurzeit noch aus. Verf. hat sich seit ein paar Jahren mit einer nordamerikanischen Species dieser so isoliertstehenden Gattung beschäftigt und gibt in obiger Arbeit einen ersten Bericht über seine Studien.

Das wichtigste Ergebnis sei gleich vorweggenommen. Verf. bewies, daß die Archegonentwicklung in der Hauptsache dem Lebermoos- und nicht dem Laubmoostypus folgt. Alle bisherigen Untersucher haben gezeigt, daß bei den Musci die Halskanalzellen nicht einheitlich aus einer Mutterzelle hervorgehen, sondern daß ein Teil von ihnen durch basale Abgliederungen der zentralen äußeren »Deckzelle« entsteht. Bei Sphagnum ist diese aber völlig unbeteiligt an der Gesamtreihe der Halskanalzellen. Überhaupt ist auch sonst die »Deckzelle« ziemlich »inaktiv«, indem sie nicht einmal als Scheitelzelle für die äußeren Hüllzellen des Archegonhalses funktioniert. Die bei der Verlängerung notwendigwerdenden neuen Zellen schieben sich vielmehr durch interkalares Wachstum ein. Somit sprechen diese Erscheinungen wie die geringe Zahl der Halskanalzellen (7 bis 8 im ganzen) für Beziehungen zum Typus der Hepaticae. »Laubmooscharaktere« sind dagegen nur die Ausbildung des Stieles, auf dem die fertigen Archegonien ruhen wie gewisse Eigentümlichkeiten der Form.

Auf die übrigen Resultate des Verf.s sei nur ganz kurz hingewiesen. Einmal wurde konstatiert, daß entgegen dem Altmeister der Mooskunde, W. Ph. Schimper, Paraphysen zwischen den Archegonien völlig fehlen. Dann aber finden wir noch Angaben über die Entstehung der »primären« Archegonien aus den Apicalenden von Seitenzweigen, sowie der »sekundären«, welche aus einer der von der Scheitelzelle der letzteren zuvor abgesonderten Segmente hervorgehen. Die Reihenfolge der ersten Teilungen wird besprochen, wobei der Verf. zeigt, daß die sekundären größere Regelmäßigkeit als die primären erkennen lassen.

Die Archegonentwicklung selbst ist sonst ganz die erwartete. Eine Innenzelle sondert sich in die Mutterzelle für die Halskanalzellen und eine »Bauchzelle«, welche sich in Eizelle und Bauchkanalzelle teilt. Die Homologie dieser beiden letzteren Zellen trat häufig auch in der Form und Entwicklung der Bauchkanalzellen auffallend zutage. Gelegentliche Abnormitäten bestanden in dem Auftreten zweier Bauchzellen, in ungleicher Teilung der Bauchzelle, mehreren Eizellen u. a. m.

G. Tischler.

Neue Literatur.

Allgemeines.

Justs botanischer Jahresbericht, herausgeg. von F. Fedde. 38. Jahrgang (1910). 2. Abt. 5. Heft. Pflanzengeographie von Europa 1908—1910 (Fortsetzung). Bornträger, Leipzig. *1915*.

—, 41. Jahrgang (1913). 1. Abteilung. 1. Heft. Flechten. Moose. Pilze (ohne die Schizomyceten und Flechten). Allgemeine Pflanzengeographie. Bornträger, Leipzig. *1915*.

Wagner, A., Repetitorium der allgemeinen Botanik. Ein kurzes Lehr- und Hilfsbuch für das Prüfungsstudium. W. Engelmann, Leipzig. *1915*. 8⁰. IX, 295 S.

Bakterien.

Frei, W., und **Krupski, A.,** Über die Wirkung von Giftkombinationen auf Bakterien. (Intern. Zeitschr. f. phys. chem. Biol. *1915*. **2,** 118—196.)

Pilze.

Grebelsky, F., Die Stellung der Sporenlager der Uredineen und deren Wert als systematisches Merkmal. (Centralbl. f. Bakt. II. *1915*. **43,** 645—662.)

Ricken, A., Blätterpilze. 13. u. 14. Lief. Th. O. Weigel, Leipzig. *1915*.

Schinz, H., Myxogasteres (Myxomycetes, Mycetozoa) oder Schleimpilze. X. Abt. S. 129—192; m. Abb. Lieferung 123 von Rabenhorsts, Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 2 Aufl., 1. Bd. Pilze. gr. 8⁰. E. Kummer, Leipzig. *1915*.

Moose.

Dixon, H. N., New and rare Australasian Mosses, mostly from Mitten's herbarium. (Bull. Torrey bot. club. *1915*. **42,** 93—110.)

Morphologie.

Bremekamp, C. E. B., s. unter Gewebe.

Murbeck, Sv., Zur Morphologie und Systematik der Gattung Alchemilla. (Lunds univ. årsskr. N. F. Afd. 2. *1915*. **11,** No. 8, S. 1—17.)

Stark, P., Über die Schwankungen der Gliederzahl im Laubblattquirl von Paris quadrifolia. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915*. **33,** 265—274.)

Wittmack, L., Hierochloe odorata mit drei Narben. (Ebenda. 274—278.)

Gewebe.

Bremekamp, C. E. B., Der dorsiventrale Bau des Grashalmes nebst Bemerkungen über die morphologische Natur seines Vorblattes. (Rec. trav. bot. Néerl. *1915*. **12,** 31—43.)

Physiologie.

Arisz, W. H., Untersuchungen über den Phototropismus. (Rec. trav. bot. Néerl. *1915*. **12,** 44—216.)

Bremekamp, C. E. B., On the mutual influence of phototropic and geotropic reactions in plants. (Kon. akad. wetensch. Amsterdam. *1915*. **17,** 1278 bis 1291.)

—, Stoßreizbarkeit der Blumenkrone bei Gentiana quadrifaria Bl. (Rec. trav. bot. Néerl. *1915*. **12,** 27—30.)

Dewitz, J., Über die Einwirkung der Pflanzenschmarotzer auf die Wirtpflanze. (Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. *1915*. **13**, 288—294.)

Frei, W., und **Krupski, A.**, s. unter Bakterien.

Goebel, K., Induzierte oder autonome Dorsiventralität bei Orchideenluftwurzeln. (Biol. Centralbl. *1915*. **35**, 209—225.)

Heinricher, E., Zur Frage nach der assimilatorischen Leistungsfähigkeit der Hexenbesen des Kirschbaumes. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915*. **33**, 245—252.)

Marras, F. M., Über die Ektoprotease der Weintraube. (Centralbl. f. Bakt. II. *1915*. **43**, 641—645.)

Nothmann-Zuckerkandl, H., Physikalisch-chemische Arbeiten auf dem Gebiete der Botanik. I. Über Keimung. Sammelreferat. (Intern. Zeitschr. f. phys.-chem. Biol. **2**, 94—106.)

Paál, A. v., Individuelle Abweichungen in physiologischen Reaktionen. I. Mitteilung. Temperatur und geotropische Reaktionszeit. (Math.-nat. Ber. aus Ungarn. *1914*. **30**, 152—166.)

Schanz, F., Die Wirkungen des Lichts auf die lebende Zelle. (Münchener med. Wochenschr. *1915*. 643—645.)

Ursprung, A., Zweiter Beitrag zur Demonstration der Flüssigkeitskohäsion. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915*. **33**, 253—264.)

Fortpflanzung und Vererbung.

Honing, J. A., Kreuzungsversuche mit Canna-Varietäten. (Rec. trav. bot. Néerl. *1915*. **12**, 1—26.)

Schneider, H., Über einen Fall von partiellem Geschlechtswechsel bei Mercurialis annua ♀. (Zeitschr. f. Pflanzenkr. *1915*. **25**, 129—134.)

Sirks, M. J., Die Natur der pelorischen Blüte. (Zeitschr. f. ind. Abst.- u. Vererbungsl. *1915*. **14**, 71—79.)

Systematik und Pflanzengeographie.

Ascherson, P., und **Graebner, P.**, Synopsis der mitteleuropäischen Flora. 88 Lief. W. Engelmann, Leipzig.

Domin, K., Beiträge zur Flora und Pflanzengeographie Australiens. 3. Lief. (S. 241 bis 400; m. 35 Fig. und 5 Bl. Erklärungen.) Bibliotheca botanica. Heft 85. E. Schweizerbart, Stuttgart. *1915*.

Engler, A., Araceae — Philodendroideae — Anubiadeae, Aglaonemateae, Diefenbachieae, Zantedeschieae, Typhonodoreae, Peltandreae. M. 34 Fig. (78 S.) 64. Heft. — Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus. Lex 8°. W. Engelmann, Leipzig.

Hall, H. M., Notes on Baeria and Lasthenia. (Bull. Torrey bot. club. *1915*. **42**, 111—116.)

Kelhofer, E., Beiträge zur Pflanzengeographie des Kantons Schaffhausen. Orell Füssli, Zürich. *1915*. gr. 8°. 204 S.

Rydberg, P. A., Notes on Rosaceae. (Bull. Torrey bot. club. *1915*. **42**, 117 bis 160.)

Angewandte Botanik.

Ehrenberg, P., Die Bodenkolloide. (Der »Kolloide in Land- u. Forstwirtschaft«. 1. Teil.) Eine Ergänzung für die übl. Lehrbücher der Bodenkunde, Düngerlehre und Ackerbaulehre. Th. Steinkopf, Dresden. *1915*. gr. 8°. XII, 563 S.

Klein, L., Unsere Unkräuter. Mit 100 farb. Tafeln und 25 schwarzen Abbildungen. Sammlung naturwissensch. Taschenbücher No. 7. C. Winter, Heidelberg. *1915*. kl. 8°. LII, 129 S.

Krause, K., Unsere wildwachsenden Küchenpflanzen. Eine Handreichung für die Kriegszeit. Auf Veranlassung des deutschen Vereins f. ländl. Wohlfahrts- und Heimatpflege bearb. u. herausgeg. Deutsche Landbuchh., Berlin. *1915*. 8⁰. 78 S.

Lyman, J., und **Schantz,** Effect oft frequent cutting on the water requirement of Alfalfa and its bearing on pasturage. (Bull. U. S. dep. of agricult. No. 228. *1915*. 1—5.)

Münch, Beobachtungen über Erhitzung der Bodenoberfläche im Jahr 1914. (Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirsch. *1915*. **13,** 249—260.)

Neger, F. W., Beiträge zur forstlichen Samenkunde V. (Ebenda. 270—272.)

Tschirch, A., Pharmakognosie. 39. Lief. Ch. H. Tauchnitz, Leipzig. *1915*.

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Roth, J., Beiträge zur Lebensweise des Eichenmehltaues. (Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. *1915*. **13,** 260—270.)

Technik.

Blunck, G., Ein neues Färbeverfahren für Kartoffelstärke. (Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. *1915*. **31,** 476—477.)

Heimstädt, O., Apparate und Arbeitsmethoden der Ultramikroskopie und Dunkelfeldbeleuchtung. Mit besonderer Berücksichtigung der Spiegelkondensoren. (72 S. m. 71 Abbildungen.) Handbuch der mikroskopischen Technik, herausgeg. von der Red. des »Mikrokosmos«. Franckh, Stuttgart. *1915*. V. Lex. 8⁰.

Naumann, E., Über die Mikrophotographie auf Gaslichtpapiere in negativen Bildern. (Ebenda. 472—474.)

—, Über die Mikrophotographie mit Gaslichtpapieren in direkt positivem Bild. (Ebenda. 474—475.)

Schneider, H., Neue Studien zur Darstellung der Reduktionsorte und Sauerstofforte der Pflanzenzelle. (Ebenda. 478—491.)

Voß, G., Eine neue Mikroskopierlampe. (Ebenda. 464—465.)

Wolff, M., Das Geigersche Universal-Tisch-Stativ für Mikroprojektion, Mikro- und Makrophotographie, sowie über einen neuen Präpariertisch. (Ebenda. 448—463.)

Wychgram, E., Aus optischen und mechanischen Werkstätten VII. (Ebenda. 441—447.)

Verschiedenes.

Pfeffer, W., Carl Chun, Nekrolog. (Ber. math.-phys. Kl. kgl. sächs. Ges. Wiss. Leipzig. *1914*. **66,** 16 S.)

Zimmermann, W., Badische Volksnamen von Pflanzen II. (Mitt. d. bad. Landesver. *1915*. 365—392.)

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.

Verlag von Gustav Fischer in Jena

Biochemie der Pflanzen

Von

Dr. phil. et med. **Friedrich Czapek**

o. ö. Prof. der Anatomie und Physiologie der Pflanzen und Vorstand des pflanzenphysiologischen Institutes der K. K. deutschen Universität in Prag

Zweite umgearbeitete Auflage

Erster Band

Mit 9 Abbildungen im Text. (XIX, 820 S. gr. 8°.) 1913

Preis: brosch. 24 Mark, geb. 25 Mark 20 Pf.

Inhalt: **Geschichtliche Einleitung. — Allgemeine Biochemie.** 1. Das Substrat der chemischen Vorgänge im lebenden Organismus. 2. Die chemischen Reaktionen im lebenden Pflanzenorganismus. 3. Chemische Reizwirkungen. 4. Chemische Anpassungs- und Vererbungserscheinungen.

Spezielle Biochemie. I. Teil: **Die Saccharide im Stoffwechsel der Pflanze.** I. Allgemeine Verhältnisse. 5. Die pflanzlichen Zuckerarten. — II. Die Saccharide im Stoffwechsel der niederen Pflanzen. 6. Zucker und Kohlenhydrate bei Pilzen und Bakterien. 7. Die Resorption von Zucker und Kohlenhydraten durch Pilze und Bakterien. 8. Die Kohlenstoffassimilation und Zuckerbildung bei Pilzen und Bakterien. 9. Der Kohlenhydratstoffwechsel der Algen. — III. Die Saccharide im Stoffwechsel der Blütenpflanzen. 10. Die Reservekohlenhydrate der Samen. 11. Die Resorption von Zucker und Kohlenhydraten bei keimenden Samen. 12. Die Bildung der Reservekohlenhydrate im Samen. 13. Der Kohlenhydratstoffwechsel unterirdischer Speicherorgane. 14. Der Kohlenhydratstoffwechsel in Sproßorganen und Laubknospen. 15. Der Kohlenhydratstoffwechsel der Laubblätter. 16. Der Kohlenhydratstoffwechsel im Fortpflanzungssystem. 17. Der Kohlenhydratstoffwechsel bei phanerogamen Parasiten und Saprophyten. 18. Resorption von Kohlenstoffverbindungen durch Wurzeln und Blätter von Phanerogamen. 19. Sekretion von Zucker und Kohlenhydraten. — IV. Die photochemische Zuckersynthese in der Pflanze. 20. Kohlensäureverarbeitung und Zuckersynthese im Chlorophyllkorn. — V. Die Saccharide als Skelettsubstanzen des Pflanzenkörpers. 21. Das Zellhautgerüst der Pflanzen. —

II. Teil: **Die Lipoide im Stoffwechsel der Pflanze.** I. Die Nahrungslipoide der Pflanzen. 22. Das Reservefett der Samen. 23. Die Resorption der Fette bei der Samenkeimung. 24. Die Fettbildung in reifenden Samen und Früchten. 25. Reservefett in Achsenorganen und Laubblättern. 26. Fett als Reservestoff bei Thallophyten, Moosen, Farnen und Pollenkörnern. — II. Die Cytolipoide der Pflanzen. 27. Die pflanzlichen Lecithide (Phospholipoide). 28. Pflanzliche Cerebroside. 29. Die Sterinolipoide der Pflanzen. 30. Pflanzliche Chromolipoide. 31. Die Produktion von Wachs (Cerolipoiden) bei Pflanzen.

Das vorliegende Werk ist aus dem Wunsche des Verfassers, bei seinen physiologischen Studien **eine möglichst vollständige und kritisch gesichtete Sammlung des pflanzenbiochemischen Tatsachenmaterials** zu besitzen, entstanden. Es wendet sich in erster Linie an diejenigen, welche auf dem Gebiete der **chemischen Physiologie der Pflanzen** wissenschaftlich tätig sind. Da verschiedene andere Wissenschaften, wie **organische Chemie, Agrikulturchemie und Pflanzenbau, medizinische Physiologie und Bakteriologie, landwirtschaftliche und technische Mikrobiologie, Pharmazie** mit der chemischen Pflanzenphysiologie durch zahlreiche Berührungspunkte verbunden sind, so wird es auch anderweitig Nutzen stiften.

In Erkenntnis der ungemein großen wechselseitigen Bedeutung näherer Beziehungen zwischen Tier- und Pflanzenphysiologie war der Verfasser ferner bemüht, die Wichtigkeit der tierphysiologischen Methoden und Tatsachen für den Botaniker an allen geeigneten Stellen möglichst in den Vordergrund zu rücken.

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.

ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG JOST · FRIEDRICH OLTMANNS
HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH

SIEBENTER JAHRGANG. NEUNTES HEFT

MIT 16 ABBILDUNGEN IM TEXT



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1915

Monatlich erscheint ein Heft im Umfange von 4—5 Druckbogen
Preis für den Jahrgang: 24 Mk.

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Manuskripte, Bücher usw.) bitten wir zu richten an
Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. **Oltmanns, Freiburg i. Br.,** Jacobistr. 23

Inhalt des neunten Heftes.

I. Originalarbeit.

II. Besprechungen.

III. Neue Literatur.

Das Honorar für die Originalarbeiten beträgt Mk. 30.—, für die in kleinerem Drucke hergestellten Referate Mk. 50.— für den Druckbogen. Dissertationen werden nicht honoriert. Die Autoren erhalten von ihren Beiträgen je 30 Sonderabdrücke kostenfrei geliefert. Auf Wunsch wird bei rechtzeitiger Bestellung (d. h. bei Rücksendung der Korrekturbogen) eine größere Anzahl von Sonderabzügen hergestellt und nach folgendem Tarif berechnet:

Jedes Exemplar für den Druckbogen	10	Pfg.
Umschlag mit besonderem Titel	10	„
Jede Tafel einfachen Formats mit nur einer Grundplatte .	5	„
Jede Doppeltafel mit nur einer Grundplatte	7,5	„
Tafeln mit mehreren Platten erhöhen sich für jede Platte um	3	„

Die Embryosackentwicklung von Pedicularis sceptrum carolinum L.

Von

G. Lundqvist.

Mit 16 Abbildungen im Text.

Zu den in embryologischer Hinsicht am besten untersuchten Sympetalen gehören die Scrophulariaceen. Die meisten Gattungen sind von Hofmeister in mehreren Arbeiten und von Schmid (1906) behandelt. Außerdem haben Balicka-Iwanowska (1899), Buscalioni (1894), Meunier (1897), Wurdinger (1910) u. a. hierüber geschrieben.

Obgleich diese Familie also recht eingehend behandelt worden ist, sind doch noch mehrere Fragen übrig, die nicht genügende Beachtung gefunden haben. In einigen Arbeiten (z. B. Schmid 1906) werden Figuren mitgeteilt, die möglicherweise anders ausgelegt werden könnten. Palm (1914) zeigte nämlich, daß bei Aster und Solidago die Megasporen oft an Stelle der Antipoden funktionieren. Er sagt bei der Entwicklung des Embryosackes bei Aster novae-angliae: »Ist die unterste Tetradenzelle der Ursprung des Embryosackes, so entsteht der typische achtkernige Embryosack. Wächst dagegen eine der drei oberen Megasporen aus, so werden die Antipoden ganz oder teilweise reduziert und ihre Funktion von den persistierenden Tetradenzellen übernommen.«

Es liegt daher nahe die Annahme, daß dies auch bei anderen Gattungen geschehen könnte. Ich untersuchte deshalb auf Anraten des Herrn Prof. Dr. O. Rosenberg Pedicularis sceptrum carolinum L., um die Megasporenverhältnisse zu studieren. Es zeigte sich aber, daß die Megasporen immer degene-

rieren, ehe der Embryosack ganz fertiggebildet ist. Obgleich das Resultat also negativ ist, so ist die Publizierung gerechtfertigt, da bei den Archesporenteilungen und bei den Keimungen der Megasporen interessante Variationen zum Vorschein kamen. Die bei den Scrophulariaceen am besten und eingehendsten behandelten Verhältnisse sind die Stadien der Endosperm- und Embryobildung. Besondere Berücksichtigung ist auch auf die Haustorienbildung genommen. Über diese Entwicklungsstadien liefert Schmid eine klare Übersicht. Die Endospermbildung der Scrophulariaceen folgt dem zellularen Typus, d. h. erfolgt durch sukzessive Zellteilungen. Die Endospermentwicklung dieser Familie kann man nach Schmid in vier eine fortschreitende Reduktion zeigende Gruppen teilen.

Die am wenigsten reduzierte von ihnen ist die bei Digitalis, Scrophularia und Verbascum vorkommende. Alle Zellen haben anfangs dasselbe Aussehen und teilen sich in vier Längsreihen. Bald werden aber die vier obersten und untersten Zellen ausgeschlossen und die Endospermbildung setzt sich nur durch die weiteren Teilungen der dazwischenliegenden Zellen fort.

In der zweiten Gruppe bildet sich bei der ersten Teilung eine Wand, die den Embryosack in zwei ungefähr gleich große Hälften teilt. Die untere Hälfte nimmt jedoch hier nicht an der Entwicklung teil, sondern das Endosperm wird durch fortgesetzte Teilungen der oberen Hälfte gebildet. Hierher gehören Antirrhinum und Linaria.

In der dritten Gruppe, zu welcher Alectorolophus und einige Lathraea-Arten gehören, ist die Reduktion noch weiter gekommen. Wie in der vorigen Gruppe nimmt die untere Tochterzelle der ersten Teilung nicht an der weiteren Entwicklung teil. Außerdem entstehen in dem mikropylaren Teil der oberen Tochterzelle schon von Anfang an zwei Zellen, die sich nicht weiter teilen.

Am weitesten ist die Reduktion in der vierten Gruppe gegangen. Von den nach den beiden ersten Querteilungen gebildeten Zellen kommt nur die mittelste zu einer weiteren Entwicklung und bildet das ganze Endospermgewebe. Die Zellen ordnen sich anfangs in vier Längsreihen, aber nach einer größeren Anzahl von Teilungen wird diese Ordnung weniger

bemerkbar. Zu dieser Gruppe gehören Euphrasia, Melampyrum, Pedicularis, Tozzia, Veronica u. a.

Das Archespor.

Die Samenanlagen sind epitrop, ein wenig campylotrop sowie mit einem leptosporangiaten, monochlamydeischen Nucellus (Warming 1913) ausgerüstet. In dem jüngeren Archesporstadium

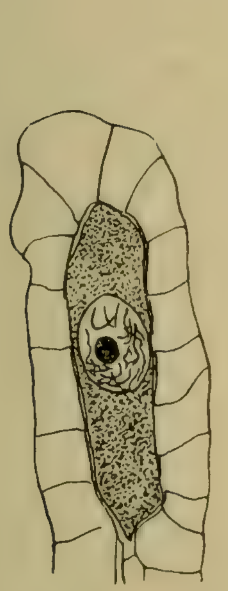


Fig. 1. Archesporzelle.

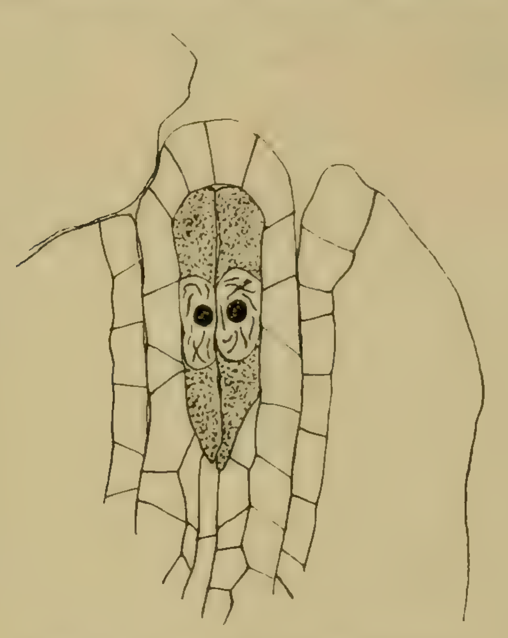


Fig. 2. Zwei Archesporzellen.

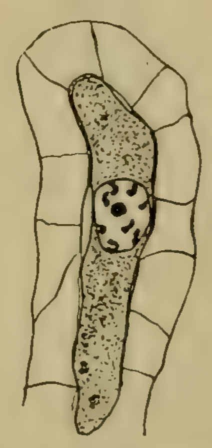


Fig. 3. Archesporzelle im Diakinesenstadium.

ist es von einem nur ein paar Zellager dicken Integument umgeben. Gleichzeitig mit der Entwicklung des Archespors wächst dieses zu, bis es den ganzen Nucellus umschließt. Dies trifft ungefähr nach der Tetradenteilung ein.

Der Nucellus enthält ein, nur selten zwei Archesporzellen. Mehr als zwei habe ich nie beobachtet. Die Archesporzelle zeichnet sich durch ein etwas dichteres oder wenigstens stärker färbbares Plasma als die übrigen Zellen des Nucellus aus. Ihr Kern ist bedeutend kräftiger als die Kerne der übrigen Nucelluszellen entwickelt und liegt gewöhnlich etwas näher an dem mikropylaren Teile der Archesporzelle. Wenn zwei Archesporzellen vorkommen, ist gewöhnlich die eine bedeutend kräftiger entwickelt und erstreckt sich weiter in den Nucellus. Einen selteneren Fall zeigt Fig. 2. Die zwei Archesporzellen sind

hier, wie man sieht, gleich kräftig entwickelt und liegen nebeneinander. Mehr als zwei Archesporzellen hat Schmid bei Pedicularis tuberosa bemerkt.

Ob die beiden Archesporzellen der nun folgenden Reduktionsteilung unterworfen sind oder ob die eine schon früher degeneriert, ist unsicher. Obgleich ich eine große Anzahl von Präparaten dieser Stadien studiert habe, konnte ich doch nie eines

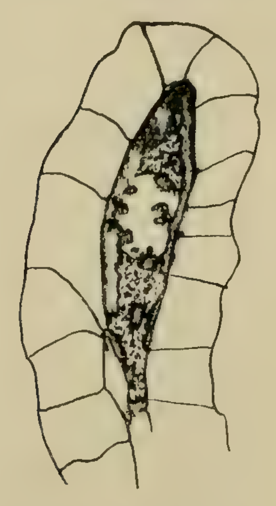


Fig. 4. Archesporzelle im Diakinesenstadium.

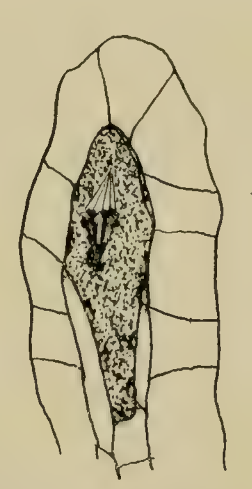


Fig. 5. Archesporzelle im Metaphasenstadium.

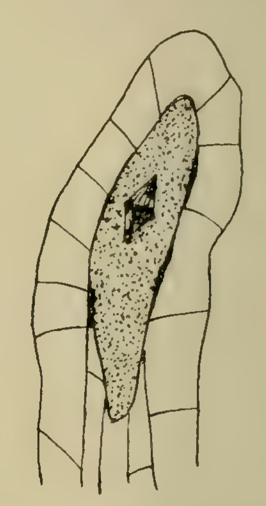


Fig. 6. Archesporzelle im Metaphasenstadium.

sehen, wo beide Zellen im Begriffe waren sich zu teilen. Zwei nebeneinanderliegende Tetraden hat Schmid jedoch von Pedicularis verticillata abgebildet, weshalb man wohl annehmen kann, daß es auch bei der vorliegenden Art, wenn auch äußerst selten, geschehen kann. Wahrscheinlich hätten beide Kerne in Fig. 2 es bis zur Reduktionsteilung gebracht.

Nach Fig. 3, die eine Archesporzelle im Diakinesenstadium zeigt, und nach Fig. 5 und 6 zu urteilen, wird die Teilung im mikropylaren Teil der Archesporzelle stattfinden. Sofern sich nicht der ganze Teilungsapparat in den folgenden Stadien gegen den chalazalen Teil der Archesporzelle verlegt, wird also die Wand etwas über der Mitte angelegt. Die Archesporzelle ist also in diesen Fällen nach der heterotypischen Teilung in zwei ganz ungleich große Tochterzellen geteilt. Hiernach würde dann die untere von diesen prädestiniert sein, aus einer ihrer homöotypischen Zellen den Embryosack zu entwickeln.

Die Fig. 1, 3 und 6 sind drei ungewöhnlich gut entwickelte Archesporzellen, die außerdem mit etwas stärkerer Vergrößerung (längerem Tubusauszug) als Fig. 7 gezeichnet sind. Sie zeigen aber doch, daß hier ganz bedeutende Größenschwankungen stattfinden können. Fig. 7 zeigt zwei Zellen, deren Kerne sich in der Metaphase befinden. In der chalazalen Zelle findet dasselbe statt, was z. B. Fig. 6 zeigt, d. h. die Spindel befindet sich näher am mikropylaren Teil der Zelle. In diesem Falle würde



Fig. 7. Dyadenzellen im Metaphasenstadium.



Fig. 8. Fertige Tetrade.

wahrscheinlich die unterste Megaspore zu einer weiteren Entwicklung gekommen sein.

Daß der Kern nicht immer im mikropylaren Teil der Archesporzelle liegt, zeigen ja die Fig. 1, 2 und 4.

Die Tetradenentwicklung.

Nach der homöotypischen Teilung liegt die Tetrade fertig vor. Oft ist die unterste Zelle kräftiger als die übrigen entwickelt, was die meisten von z. B. Schmids Tetradenfiguren zeigen. In diesem Falle ist es wohl diese Megaspore, die sich zum Embryosack weiter entwickelt, soweit nicht die von Nitzschke bei Cabomba nachgewiesene Erscheinung auch hier gilt. Nach diesem Forscher ist es nämlich hier nicht immer die größte Megaspore, die den Embryosack erzeugt.

In den Fig. 8 und 9 sieht man ganz deutlich, daß die unterste Megaspore auswachsen wird. Die Kerne der drei oberen Megasporen in Fig. 9 haben schon einzuschrumpfen begonnen und werden nach und nach degenerieren. Dagegen ist

der Kern der untersten Megaspore bedeutend angewachsen und trägt deutliche Zeichen, daß die Teilung bald stattgefunden haben würde.

Etwas ganz anderes zeigt Fig. 10. Die heterotypische Wand liegt schräg und zeigt, daß die Spindel, soweit nicht der vordere Teil der Tetrade angewachsen ist, eher im chalazalen als im mikropylaren Teil der Archesporzelle gelegen hat, wie es in

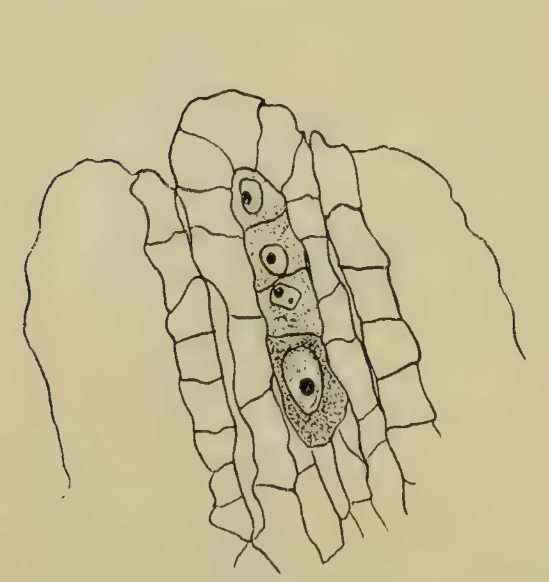


Fig. 9. Fertige Tetrade.

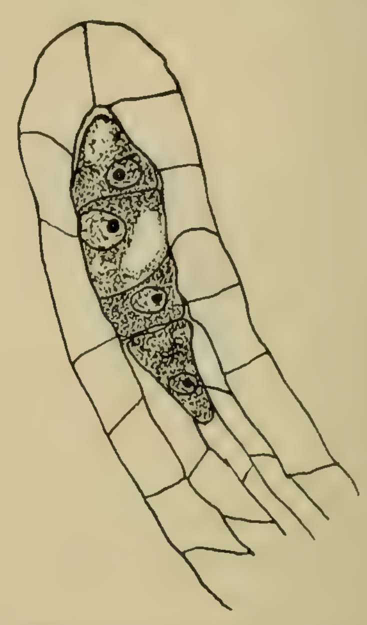


Fig. 10. Die Keimung der zweitobersten Tetradenzelle hat begonnen.

den oben genannten Figuren war. Die zweitoberste oder möglicherweise die oberste der Megasporen wäre vielleicht zur Weiterentwicklung gelangt. Das erstere erscheint wahrscheinlicher, da der Kern dieser Megaspore bedeutend kräftiger ist. Außerdem ist ja hier die Vakuolenbildung schon eingeleitet. Die beiden chalazalen Zellen werden jedenfalls degenerieren. Der Kern der untersten zeigt ja deutliche Schwächesymptome.

Daß nicht immer die unterste Megaspore zum Embryosack auswächst, wird noch deutlicher in einigen Präparaten, in denen eine oder ein paar degenerierende Megasporen am chalazalen Teil des Embryosackes liegen. Ein solches Stadium zeigt Fig. 14, die später näher besprochen wird.

Aus dem Gesagten geht aber hervor, daß jede beliebige von den Megasporen die Fähigkeit hat, zum Embryosack auszukeimen. Nach Schmid kann dies bei einigen anderen

Scrophulariaceen aber sehr selten eintreffen, besonders bei Pedicularis verticillata. Bei dieser können nämlich dann, wenn in demselben Nucellus zwei Tetraden vorkommen, zwei Megasporen derselben Tetrade je einen Embryosack entwickeln.

In einem Präparat habe ich zwei Embryosäcke in einem Nucellus gefunden, aber da die Megasporen vollständig resorbiert waren und die Fixierung außerdem nicht recht gelang, ist nicht zu sehen, aus welchen Megasporen sie entwickelt sind. Möglicherweise hat es ja aus zwei verschiedenen Tetraden geschehen können.

Schmid sagt über die Keimungsfähigkeit der Megasporen folgendes: »Damit wäre aufs neue die Vermutung gerechtfertigt, daß ursprünglich allen vier Archesportochterzellen die Fähigkeit zukam, zu Embryosäcken auszuwachsen, daß aber die vorderen drei in den meisten Fällen dieses Vermögen verloren haben.« Bei Pedicularis sceptrum carolinum scheinen alle vier Megasporen diese Fähigkeit in gleich hohem Grade zu besitzen.

Über die Frage, ob nur eine bestimmte oder irgendeine beliebige der Megasporen zu keimen beginnt, ist viel geschrieben, aber ein positives und gemeingültiges Resultat ist noch nicht erfolgt. Es fragt sich daher, ob man jetzt oder überhaupt jemals die allerinnerste Ursache wird erklären können.

Daß eine Megaspore, z. B. die unterste, auswächst, kann ja wenigstens bis zu einem gewissen Grade durch mehrere Faktoren veranlaßt sein. So kann die heterotypische Teilung in eine obere kleinere und eine untere größere Tochterzelle resultieren. Darauf kann die untere derselben sich so teilen, daß die jetzt entstandene unterste die kräftigere wird. Oder auch kann bei der heterotypischen Teilung eine größere obere und eine kleinere untere sich gebildet haben. Wenn dann die homöotypische Wand der oberen Dyadenzelle diese in zwei gleich große Tochterzellen teilt, so kann doch die entsprechende Teilung der untersten in zwei Megasporen resultieren, von denen die allerunterste größer als jede von den beiden oberen gleich großen Megasporen ist.

Sind die beiden Teilungen nicht simultan, sondern erfolgen sie so, daß die homöotypische der oberen Dyadenzelle etwas

verspätet wird, kann die unterste Megaspore während dieser Zeit etwas anwachsen und somit die Überlegenheit erhalten. Eine Modifikation hiervon wäre vielleicht die Erscheinung, daß die oberen Megasporen aus diesem oder jenem Grunde zu degenerieren begönnen, ehe die unterste fertiggebildet ist. Diese ist ja in diesem Falle allein berechtigt, den Embryosack zu erzeugen.

Die eigentliche Ursache davon, daß die unterste Megaspore auskeimt, hat man in ernährungsphysiologischen Verhältnissen gesucht. Diese Megaspore sollte nämlich leichter Nahrung aufnehmen können, da sie am Chalazaende gelegen ist, durch welches der Nahrungsstrom jedenfalls geht. Diese Schlußfolgerung scheint ja die Sache zu erklären, wenigstens wenn man es mit einem leptosporangiaten Nucellus zu tun hat. Ist es dagegen ein eusporangiater (Warming 1913), so scheinen die Nahrungsverhältnisse mehr gleichförmig auf die einzelnen Megasporen verteilt zu sein, in demselben Maße wie der Nucellus ein größeres und kräftigeres Gewebe enthält. Besteht dasselbe außerdem aus Archesporzellen in diesem oder jenem Entwicklungsstadium, so macht ja dies das um die axilen Zellreihen liegende Gewebe um so kräftiger. In der Verteilung der nahrungsphysiologischen Verhältnisse entsteht hier keine Änderung. Mechanisch werden aber die wachsenden Zellen doch aufeinander einwirken. Wenn nun die Megasporen, die in einem solchen Gewebe liegen, simultan entstehen und sich physiologisch gleich kräftig entwickeln, scheint es vom Zufall abzuhängen, welche von den Megasporen zur weiteren Entwicklung kommen wird. Dann kann es ja Sache der Vererbung sein, daß bei einer gewissen Art eine gewisse Megaspore prädestiniert ist, den Embryosack auszubilden.

Wenn dagegen in einem leptosporangiaten Nucellus eine beliebige von den physiologisch gleichwertigen Megasporen zur Entwicklung kommen kann, scheint man in noch höherem Grade auf innere unbekannte Kräfte hingewiesen zu sein.

Der Embryosack.

Eine von den Megasporen wird nun in allen Fällen weiterentwickelt. Der Kern tritt in das Teilungsstadium, Vakuolen bilden sich im Plasma, während sich die ganze Megaspore ver-

längert. Den Anfang dieses Verlaufs sieht man in der schon besprochenen Fig. 10. Die übrigen Megasporen degenerieren nun schnell und bleiben endlich nur als eine dunklere Masse an einem Ende des Embryosackes zurück. Fig. 12 zeigt ein solches Stadium. Hier ist die unterste Megaspore ausgekeimt und ihr Kern hat sich einmal geteilt. Aus dieser Figur sieht

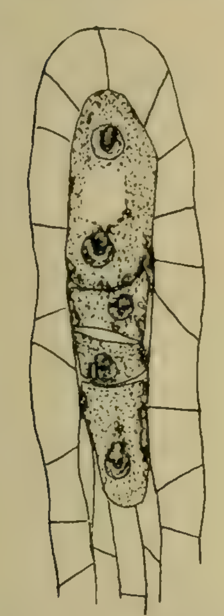


Fig. 11. Der Kern der obersten Megaspore ist geteilt.

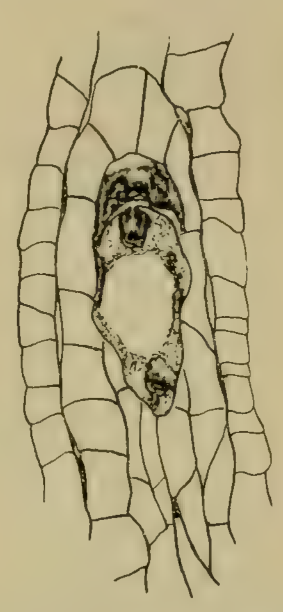


Fig. 12. Zweikerniger Embryosack aus der untersten Megaspore entwickelt.

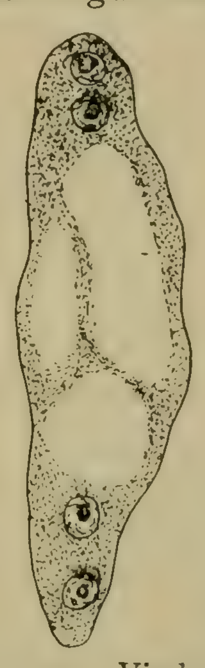


Fig. 13. Vierkerniger Embryosack.

man auch, daß die Resorption der um den zweikernigen Embryosack liegenden Nucelluszellen schon begonnen hat. Die beiden Kerne sind durch eine große Vakuole voneinander getrennt. Schon in diesem Stadium fällt es auf, daß der Embryosack im chalazalen Teil schmäler ist.

Eine auffällige Erscheinung zeigt Fig. 11. Die Tochterzellen der heterotypischen Teilung scheinen sich hier etwas auseinander gezogen zu haben, während die der heterotypischen Teilung dicht zusammenliegen. Die beiden mittleren Megasporen zeigen deutliche Spuren der eintretenden Degeneration, denn die Kerne sind kleiner als die der übrigen, und außerdem ist das Plasma etwas dunkler gefärbt. Der Kern der obersten hat sich schon einmal geteilt und also ein zweikerniger Embryosack gebildet. Außerdem sieht man, daß Vakuolenbildung eingetreten

ist. Zu beachten ist noch, daß die unterste Megaspore so bedeutend größer als die beiden mittleren ist. Es ist darum wahrscheinlich, daß sowohl die oberste als auch die unterste die Entwicklung eine Zeitlang fortgesetzt haben, aber daß die erstgenannte bald die Oberhand gewonnen und sich hat teilen können. Da aber die untere so kräftig ist, während der Embryosack sich gleichzeitig noch im Zweikernstadium befindet, ist es darum wahrscheinlich, daß sie vor dem Achtkernstadium nicht vollständig hätte resorbiert werden können. Das Resultat wäre also ungefähr wie das der Fig. 14.

Fig. 11 führt ungesucht den Gedanken auf einer von Schmid mitgeteilten Figur von Pedicularis verticillata zurück. Fig. 41 a in seiner Abhandlung stellt nämlich nach seiner Meinung einen Nucellus mit »nur drei Tetradenzellen« vor. Die unterste davon enthält zwei Kerne, weshalb Schmid meint, daß die Wandbildung hier ausgeblieben sei. Wenn nun wirklich keine Wand da war, was sehr gut der Fall sein könnte, liegt es wohl näher anzunehmen, daß die vierte Megaspore sich entweder hinter einer von diesen drei oder auch im nächsten Schnitt befindet. Der Verf. hat nämlich sogar bei derselben Pflanze und auf derselben Seite eine Figur mitgeteilt, die im Mikroskop sehr gut ein gleiches Bild hätte ergeben können. Es ist dies Fig. c. Dies wäre der Fall gewesen, wenn der Schnitt rechtwinklig sowie parallel mit und etwas rechts oder links von der Verbindungslinie der Kerne der oberen und der unteren Megasporen gelegt wäre. Von dieser Figur kann man jedenfalls sagen, daß die Samenanlage schräg geschnitten ist. Es fragt sich wohl auch sehr, ob dies nicht auch der Fall mit der Fig. 41 b ist. Denn es ist wohl nicht glaublich, daß sich so bedeutende Differenzen in der Entwicklung der Integumente vorfinden, wie es die Figuren a und b vermuten lassen. Nach diesen beiden Figuren zu urteilen, würden die Megasporen also ganz ungeschützt zu liegen kommen, wenn die Epidermis der einen vollständig und die der anderen beinahe resorbiert ist. Wenigstens habe ich bei Pedicularis sceptrum carolinum keine Übereinstimmung mit diesen beiden Erscheinungen beobachtet.

Derselbe Irrtum, den Schmid in Fig. 41 a macht, ist auch von Meunier (1897) bei Veronica begangen, doch mit dem

Unterschied, daß der letztgenannte keine Wände zwischen den älteren Megasporen gesehen hat. Der Embryosack würde also nach Meuniers Meinung dem Lilium-Typus folgen, was jedoch die Untersuchung von Schmid neun Jahre später nicht bestätigt hat.



Fig. 14. Achtkerniger Embryosack mit noch nicht vollständig degenerierter Megaspore.



Fig. 15. Achtkerniger Embryosack.



Fig. 16. Embryosack kurz vor Verschmelzung der Polkerne.

Daß der Embryosack im chalazalen Teil schmäler ist, zeigt auch Fig. 13, die einen vierkernigen Embryosack darstellt. Hier ist wahrscheinlich die Vakuolenbildung etwas anders als in der vorhergehenden Figur verlaufen.

Der stärkste Zuwachs scheint während der Bildung des Vierkernstadiums einzutreffen. Gleichzeitig hiermit wird der größere Teil der Nucellusepidermis resorbiert. Die Zwei- und Vierkernstadien scheinen von ganz kurzer Dauer zu sein, denn sie kommen nur in wenigen Präparaten derselben Fixierung vor,

während das nun folgende Achtkernstadium sehr reichlich vertreten ist. Gleichzeitig mit den Kernteilungen fährt die Streckung und Vakuolisierung des ganzen Embryosackes fort, so daß das Plasma hauptsächlich an den Enden des Embryosackes sowie in einer dünnen Schicht an der Wand liegt. In den jüngeren Achtkernstadien liegen an jedem Ende der Zelle vier Kerne.

Ein solches Stadium zeigt Fig. 14. Bemerkenswert ist hier die etwas länglichen mikropylaren Kerne, die außerdem etwas größer als die chalazalen sind. Wie schon im vorhergehenden gesagt wurde, ist dieses Bild außerdem noch ein Beweis dafür, daß nicht immer die unterste Megaspore auskeimt. Daß eine der degenerierenden Megasporen hat bis ins Achtkernstadium hinein existieren können, ist bei der vorliegenden Art sehr ungewöhnlich. Möglich ist es darum, daß diese Megaspore ihre Entwicklung zum Embryosack wenigstens schon begonnen hatte, aber bald von der davorliegenden unterdrückt worden ist.

Von den acht Kernen des Embryosackes gehen dann zwei gegeneinander und bleiben nahe aneinander in der Mitte des Embryosackes, gewöhnlich an der Wand, liegen (Fig. 15).

Gleichzeitig mit diesen drei Kernteilungen ist die Nucellusepidermis nach und nach resorbiert worden, so daß der fertige Embryosack frei im Integument liegt, das nun ganz bedeutend angewachsen ist.

Die drei mikropylaren Kerne umgeben sich erst jetzt mit Membranen.

Die drei chalazalen dagegen werden erst später mit Wänden umgeben, wenn es überhaupt eintrifft. Es kann nämlich geschehen, daß sie schon degenerieren, ehe noch wirklich deutliche Wände ausgebildet sind. In Fig. 16 sind nur schwache Andeutungen von Membranen vorhanden.

Die Antipoden degenerieren nach ziemlich kurzer Zeit, so daß schon, wenn die Befruchtung stattfindet, oft aber nicht immer, nur unbedeutende Reste übrig sind. Eine abweichende Meinung vertritt Balicka-Iwanowska, die zu dem Resultat kam, daß sie »persistent jusqu'à la formation complète du haustorium chalazaien«. Dies berichtigt jedoch Schmid bei den von ihm untersuchten Arten.

Die Antipoden bei Pedicularis gehören am nächsten zu der Kategorie, die Lötscher (1905) als »nackte Protoplasten« bezeichnet. Beiläufig sei erwähnt, daß seine drei Antipodentypen ziemlich konstruiert sind, da sie ineinander übergehen. Daß er übrigens sich nicht ganz klar gemacht hat, welche Organe als Antipoden bezeichnet werden müssen, geht aus seiner Abhandlung über ihre Funktionen hervor; über die letzteren macht er etwas zu viel eingehende Angaben.

Eine bedeutend vorsichtigere Haltung nimmt Balicka-Iwanowska in ihrer sechs Jahre vor Lötschers erschienenen Abhandlung ein. Sie sagt hier: »Les antipodes, dans les genres étudiés, quand elles existent, semblent avoir une fonction transitoire, elles possèdent un contenu pauvre pour la pluspart et disparaissent très vite.« Sogar den Ausdruck »une fonction transitoire« hält Schmid für zu stark. Gegen den Ausdruck »quand elles existent« kann man einwenden, daß die Antipoden »dans les genres étudiés« immer vorhanden sind, obgleich Balicka-Iwanowska sie nicht gesehen hat. Dies hängt davon ab, daß sie nicht die einzelnen Schnitte kombiniert hat; sie hat daher einige falsche Bilder erhalten, die jedoch leicht zu verbessern sind.

Von den drei mikropylaren Kernen des Embryosacks ist die Eizelle die am kräftigsten entwickelte (Fig. 16). Der Kern ist größer als der der Synergiden. In gewöhnlichen Fällen liegt er im unteren Teil der Eizelle, aber Fig. 16 zeigt einen Fall, wo er im mikropylaren Teil liegt. Im Plasma bilden sich bald Vakuolen, deren Platz von der Lage des Kerns abhängt. So befinden sich im unteren Teil der Eizelle zwei kleine Vakuolen, die offenbar bald würden in eine verschmolzen sein.

Kurz vor der Befruchtung verschmelzen die Polkerne. Ich habe aber nicht genug Präparate dieser Stadien gehabt, um mit völliger Sicherheit zu entscheiden, in welchem Teil des Embryosacks es am häufigsten stattfindet. Soweit ich habe finden können, geschieht es, wie auch Schmid sagt, in der mittleren Partie. Doch kann es auch näher dem einen oder dem anderen Ende des Embryosacks eintreffen.

Bei der Besprechung der Polkerne sind auch ihre großen Nukleolen nicht zu vergessen, deren Ausdehnung jedoch recht

schwer zu entscheiden ist, da sie sich nur wenig stärker färben lassen als das Plasma des Kerns.

Die Endospermbildung erfolgt nach dem schon genannten, sehr reduzierten Verfahren. Der Embryosack wird durch eine Querwand in eine obere und eine untere Zelle geteilt. Der obere teilt sich dann noch einmal, worauf also das Gewebe dreizellig ist. Die beiden terminalen Zellen bilden Haustorien, während die mittelste die eigentliche Endospermmutterzelle ist, die durch fortgesetzte Quer- und Längsteilungen das Endospermgewebe entwickelt. Da dies aber von mehreren Forschern, zuletzt von Samuelsson (1913), schon sehr eingehend diskutiert worden ist, will ich mich begnügen, darauf hingewiesen zu haben.

Zu wünschen wäre es, daß den interessanten Erscheinungen bei der Keimung der Megasporen mehr Beachtung zuteil würde als bisher geschehen ist. Durch genauere Beobachtungen würden dann wohl auch mehrere Angaben darüber, welche von den Megasporen es sei, die den Embryosack entwickelt, gewisse Änderungen erfahren. Es scheint nämlich, als ob es nicht immer so sicher wäre, daß wirklich die untere Megaspore sich weiter entwickele, sondern vielmehr, daß sich in bedeutend mehr Fällen, als man bisher angenommen hat, jede beliebige Megaspore in Funktion treten kann. Es würde sich jedenfalls lohnen, wieder auf diese interessante Frage zurückzukommen.

Die Fixierlösungen waren: Zenkers Kaliumbichromat-Sublimat-Essigsäure, Carnoys Alkohol-Chloroform-Essigsäure und Flemmings Chrom-Osmiumsäure. Die letztere ist Prof. Rosenbergs Material. Für die Färbungen sind Heidenhains Eisenhämatoxylin und für die Membranen Lichtgrün benutzt worden. Die Figuren sind mit Abbes Zeichenapparat gezeichnet. Zu allen Bildern sind Leitz' Okular 4 und Objektiv 7, außerdem zu den Archesporfiguren 1 bis 6 ein längerer Tubusauszug benutzt worden.

Den Herren Prof. Dr. G. Lagerheim und Prof. Dr. O. Rosenberg sowie Herrn Dr. Bj. Palm spreche ich hiermit meinen verbindlichen Dank aus für wertvolle Ratschläge und freundliche Unterstützung bei meiner Arbeit.

Zitierte Literatur.

Balicka-Iwanowska, G. (1899), Contribution à l'ètude du sac embryonnaire chez certains Gamopétales. Flora 85.

Hofmeister, W. (1849), Die Entstehung des Embryos der Phanerogamen.

— (1858), Neuere Beobachtungen über Embryobildung der Phanerogamen. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot.

— (1867), Die Lehre von der Pflanzenzelle. Leipzig.

Lötscher, P. K. (1905), Über den Bau und die Funktion der Antipoden in der Angiospermensamenanlage. Flora.

Meunier, A. (1897), Le dévellopement séminal dans le genre Veronica. La Cellule 12.

Nitzschke (1914), Beiträge zur Phylogenie der Monokotylen, gegründet auf der Embryosackentwicklung apokarper Nymphaeaceen und Helobieen. Beitr. z. Biol. d. Pflanzen.

Palm, Bj. (1914), Zur Embryologie der Gattungen Aster und Solidago. Acta Horti Bergiani 5.

— (1915), Studien über Konstruktionstypen und Entwicklungswege des Embryosacks der Angiospermen. Diss. Stockholm.

Samuelsson, G. (1913), Studien über die Entwicklungsgeschichte der Blüten einiger Bicornes-Typen. Ein Beitrag zur Kenntnis der systematischen Stellung der Diapenciaceen und Empetraceen. Diss. Sv. Bot. Tidskr. 7.

Schmid, E. (1906), Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Scrophulariaceae. Diss. Zürich. Beih. Bot. Centralbl. 20.

Warming, E. (1913), Observations sur la valeur systématique de l'ovule. Mindeskrift for Japetus Steenstrup.

Besprechungen.

Lichtkeimungsfragen.

Eine kritische Studie mit eigenen Experimenten und solchen von A. Ottenwälder.

Von
Ernst Lehmann.

Die vor kurzem veröffentlichten drei sehr bemerkenswerten Abhandlungen von Gassner[1-3] veranlassen mich aus verschiedenen Gründen zu etwas eingehender Besprechung. Gassners Arbeiten knüpfen an meine früheren Untersuchungen an und stehen in engster Wechselbeziehung mit denselben; ja sie behandeln teilweise ein Gebiet, dessen weitere Bebauung von mir selbst geplant war, aber durch andere Arbeiten vorläufig in den Hintergrund gedrängt wurde. Es lagen nun aber schon einige Anfänge vor, welche übrigens in voller Übereinstimmung mit den Gassnerschen Untersuchungen stehen, gerade deshalb aber an dieser Stelle in ursprünglicher Form vorgebracht werden sollen.

Weiterhin legen es die Gassnerschen Arbeiten nahe, unsere heutigen physiologischen Kenntnisse der Lichtkeimung mit den Untersuchungen aus früherer Zeit enger zu verknüpfen, was m. A. n. nicht überall genügend geschieht. Auch erfordern die immer noch komplizierter werdenden Lichtkeimungsverhältnisse heute wieder mancherlei theoretische Klärung und Sichtung. Schließlich bieten

---

[1]) Gassner, G, Altes und Neues zur Frage des Zusammenwirkens von Licht und Temperatur bei der Keimung lichtempfindlicher Samen. Ber. d. d. Bot. Ges. 1915. **33**, 203—217.

[2]) Gassner, G, Über die keimungsauslösende Wirkung der Stickstoffsalze auf lichtempfindliche Samen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1915. **55**, 289—342.

[3]) Gassner, G, Einige neue Fälle von keimungauslösender Wirkung der Stickstoffverbindungen auf lichtempfindliche Samen. Ber. d. d. Bot. Ges. 1915. **33**, 218—232.

mir zwei noch nicht veröffentlichte kritische Versuchsreihen von Ottenwälder den Anlaß, auf einige frühere Kinzelsche Angaben zurückzukommen.

In der Geschichte der Lichtkeimungsuntersuchungen können wir eine Anzahl aufeinanderfolgender Perioden unterscheiden.

Anfangs wurde das Licht ganz allgemein als schädlich oder wenigstens indifferent für die Keimung betrachtet (Ingenhousz, Saussure usw.).

Sodann kamen einzelne Autoren (Caspari 1860, Peyritsch, Wiesner 1878, Wagner 1878, Stebler 1882), welche in einigen Fällen eine Förderung des Keimungsprozesses durch das Licht feststellten.

All denen trat mit größter Energie Nobbe entgegen und kämpfte sie nieder, wenngleich Detmer (1880) im Hinblick auf Peyritsch-Wiesner und den Lichteinfluß auf Sporenkeimung zur Vorsicht riet und von Liebenberg (1884) die Wagner-Steblerschen Ergebnisse durchaus bestätigt. Unter dem Eindruck von Nobbes Arbeiten und, da schwedisch geschrieben, blieb aber und bleibt noch vielfach bis heute die bedeutsamste Arbeit aus damaliger Zeit über Lichtkeimung von Jönsson (1883) ganz oder fast ganz unberücksichtigt. Auf sie gehen aber unsere wichtigsten älteren physiologischen Kenntnisse über Lichtkeimung fast durchaus zurück.

Die neue Periode der Lichtkeimungsarbeiten beginnt dann mit den Arbeiten Wiesners (1894), Heinrichers (1899), Raciborskis, welche trotz Nobbe eine Reihe Samen beschreiben, deren Keimung durch Licht gefördert wird. Die wichtige erstmalige Feststellung, daß Licht auch keimungshemmend wirken kann, bringt Remer (1904). Gekrönt wird diese Periode durch die Arbeiten von Kinzel (1907—1913), welcher die Bedeutung des Lichteinflusses, sei es fördernd, sei es hemmend, für die Keimung einer ungeheuren Menge von Samen feststellte. Man wird insonderheit Kinzels Buch (1913) immer als Fundgrube für lichtempfindliche Samen benützen können. Erst jetzt war eigentlich die allgemeine Bedeutung des Lichtes für die Samenkeimung durchaus erwiesen.

Seit dieser Zeit beginnt die Periode der Physiologie der Licht-

keimung. Ich (1911) habe schon in meinem Sammelreferat über Lichtkeimung auf das Wenige hingewiesen, was über Physiologie derselben in früheren Jahren bekannt war. Ich brauche hierauf nicht wieder im einzelnen einzugehen. Eine erneute zusammenfassende Darstellung unter Berücksichtigung der bisher erlangten Daten ist auch, ehe die Verhältnisse nicht noch viel weiter geklärt sind, nicht am Platze. Ich möchte nur vier Daten herausheben mit Bezug auf die im folgenden zu besprechenden Arbeiten:

1. Nachreifestadium.

Jönsson stellte fest: Das Nachreifestadium hat einen entscheidenden Einfluß auf die Einwirkung des Lichtes. Wenn auch später oft unbeachtet gelassen, so tritt die Berücksichtigung des Nachreifestadiums schon in den Arbeiten Heinrichers, vor allem aber bei Kinzel durchaus in den Vordergrund. Heute wissen wir, daß die Nachreife bei jeder Lichtkeimungsuntersuchung in erster Linie zu berücksichtigen ist. Die im folgenden zu besprechenden Abhandlungen stehen zwar im allgemeinen auf dem Boden dieser Erkenntnis, wenngleich sie im einzelnen hie und da wohl noch schärfer hervortreten könnte. Ich weise an dieser Stelle nur hin auf die unter den folgenden Abschnitten hierfür aufgeführten Beispiele.

2. Temperatur.

Cieslar zeigte, daß der Temperatur ein wesentlicher bestimmender Einfluß bei den Lichtkeimungserscheinungen zukommt. Diesen Faktor hat verschiedentlich auch Kinzel betont. Die große Bedeutung der Berücksichtigung der absoluten Temperaturhöhe für die Lichtkeimungsfragen wurde aber erst im Anschlusse an meine eigenen Untersuchungen 1911 bis 1912 erkannt. Weiter waren es dann vor allem Gassner (1911) und Baar (1912), welche die Bedeutung der absoluten Temperaturhöhe für die Lichtkeimungserscheinungen klarlegten. Gassner hatte allerdings damals nur seine Untersuchungen über Chloris ciliata veröffentlicht, bei deren Keimungsverhältnissen er die Temperatur berücksichtigte. Seine aus der damaligen Zeit (Frühjahr 1912) stammenden übrigen Versuchsergebnisse werden erst in der ersten der nun zu besprechenden Arbeiten dargelegt (I).

Gassner hat eine Reihe von Pflanzen herausgewählt, an denen er den Temperatureinfluß auf die Lichtkeimung feststellt. Die Pflanzen entstammen den folgenden drei Familien:

Oenotheraceen, Hydrophyllaceen, Scrophulariaceen,

welche ja auch in Kinzels, Lehmanns und Ottenwälders Untersuchungen eine besonders große Rolle gespielt haben.

Oenotheraceen.

Epilobium roseum und hirsutum. Es werden dabei die Ergebnisse der früheren Arbeiten Lehmanns und Ottenwälders bestätigt.

Oenothera biennis. Die Samen dieser Pflanze wurden von Ottenwälder kurz, von Gassner eingehend untersucht. Die Resultate stimmen hier nicht vollkommen überein, wenngleich sie m. E. auch keineswegs im Gegensatz zueinander stehen, wie Gassner annehmen möchte. Der Satz Ottenwälders: »Die Samen von Oenothera biennis, über deren Beeinflussung bei der Keimung durch das Licht schon Kinzel berichtete, zeigten dieses Verhalten nur bei Temperaturen um 20°, während bei höheren Temperaturen wohl noch eine Beschleunigung der Anfangsgeschwindigkeit der Keimung, aber nicht mehr eine Erhöhung der Keimprozente sich einstellte«, bleibt ganz zu Recht bestehen und wird in einem Falle auch durch Gassners eigene Untersuchungen gestützt. Ich stelle diese lehrreichen Ergebnisse am besten zusammen:

		hell	dunkel	Nachreife
Gassner 1915 (II), S. 308	12°	—	0	ca. 9 Monate
	19°	15,5	0,5	
	24°	—	25,0	
	28°	91,5	63,0	
Gassner 1915 (I), S. 208 Oe. grandiflora	12°	—	0,5	ca. 6 Monate
	19°	21	2,5	
	24°	—	26,5	
	28°	90,5	61,0	
Gassner 1915 (I), S. 208 Oe. parviflora	12°	—	0,5	ca. 6 Monate
	19°	23,5	5,0	
	24°	—	31,5	
	28°	90,5	87,0	
Ottenwälder, 1914, S. 11	20°	?	2,0	ca. 1. Monat
	23°	16,5	3	
	26°	69,5	87,5	

Wenn wir z. B. Gassners dritte Versuchsreihe für Oe. parviflora betrachten, so zeigt sich bei 19° eine Förderung von 5,0

auf 23,5, bei 28⁰ nur noch eine solche von 87,0 auf 90,5 und wenn man die Einzelversuche im Original ansieht, sogar zweimal 88. Bei Ottenwälders Versuch ist das Verhältnis dann bei höheren Temperaturen noch etwas mehr zugunsten der Dunkelsamen verschoben. Es kann allerdings wohl sein, daß hier aus irgendwelchen Gründen die Lichtsamen bei 26⁰ etwas gehemmt waren. Aber auch wenn wir das annehmen, ist trotzdem jedenfalls bei Gassners dritter Versuchsreihe sowohl wie bei Ottenwälders Versuchsreihe die Lichtförderung bei ca. 20⁰ relativ erheblich größer als bei höheren Temperaturen, worauf sie in einem Falle ganz, im anderen nahezu bzw. ganz verschwinden. Bei 30⁰ existiert sicher in keinem Falle mehr eine nennenswerte Erhöhung der endgültigen Keimprozente.

Das Beispiel zeigt aber, wie notwendig es nunmehr wird, weitere einzelne Samenarten unter Berücksichtigung verschiedener Formen und reiner Linien und sämtlicher möglichen Versuchsbedingungen und Nachreifestadien zu untersuchen. Erst dann wollen wir feste Typen in weiterem Umfange aufstellen.

Das legt auch die nächste Versuchspflanze, Clarkia pulchella nahe. Gassner charakterisiert den Typus von Clarkia im Gegensatz zu den anderen Oenotheraceen folgendermaßen: Tiefes Keimungsoptimum . . . . und sehr schwache Schädigungswirkung des Lichtes bei keiner oder höchstens geringer Abhängigkeit derselben von der Höhe der Keimungstemperatur stellen die charakteristischen Merkmale des bisher unbekannten Keimungstypus der Clarkia-Samen dar. Gassner hat aber nur mit $^1/_2$- bis $^3/_4$jährigen Samen von Clarkia gearbeitet. Frische Clarkiasamen stellen aber vielleicht — nach vielfachen anderen analogen Erfahrungen sogar fast wahrscheinlich — wieder einen anderen Typus dar. Vielleicht ist der Samen kurz nach der Reife sogar sehr lichtempfindlich, wie die übrigen Oenotheraceen; man vgl. dazu den klassischen Poa-Fall bei Jönsson.

Hydrophyllaceen.

Ich hatte im Anschluß an Remer und Kinzel verschiedenen Hydrophyllaceensamen, so vor allem Nemophila insignis und Whitlavia grandiflora meine besondere Aufmerksamkeit zugewandt. Ich hatte dabei gefunden, daß bei niedrigen Temperaturen

des Kalthauses im Winter (10 bis 12⁰) die Keimung in Licht und Dunkel gleich oder fast gleich gut zustande kommt, bei höheren Temperaturen aber, z. B. ca. 20⁰, im Dunkeln noch ca. 80⁰/₀ Keimungen auftreten, im Licht aber nur viel weniger bis gar keine mehr. Die Samen dieser Pflanzen wurden also bei niedriger Temperatur in der Keimung durch das Licht nicht behindert, bei höherer sehr stark, die hemmende Wirkung des Lichtes auf den Keimungsprozeß wird also mit steigender Temperatur um so fühlbarer. Ich hatte zu diesem Typus auch Phacelia tanacetifolia gezählt auf Grund von nicht veröffentlichten vorläufigen Versuchen. Nach Gassners eingehenderen Versuchen trifft diese Verallgemeinerung vielleicht nicht ganz zu, jedoch erscheinen mir die Unterschiede zwischen Phacelia und den von mir untersuchten Hydrophylleen keineswegs prinzipiell, sondern nur graduell. Ich gebe hier wieder eine vergleichende Übersicht der Untersuchungen Gassners an Phacelia und meiner eigenen an zwei anderen Hydrophylleen.

		hell	dunkel	
Gassner 1915, S. 208	12⁰	—	90	Phacelia tanacetifolia
	19⁰	18	86	
	24⁰	—	56	
	28⁰	9	24	
Gassner 1915, S. 215	12—13⁰	26,5	76,5	
	28⁰	17,5	44,5	
Lehmann 1912, S. 505	10—12⁰ (Kalth. Dez.)	80 bzw. 87	90 bzw. 87	Nemophila insignis
	21⁰	2	74,5	
	22—24⁰	0	35	
	31⁰	0	0	
Lehmann 1912, S. 507	10—12⁰ (Kalth. Dez.)	90	89	Whitlavia grandiflora
	22—24⁰	3,5	86	
	31⁰	0,5	3	

Wenn man die Gassnerschen Angaben bei Phacelia tanacetifolia betrachtet, so findet man:

im Licht	28⁰	9 %
	19⁰	18 %
	12—13⁰	26,5 %
im Dunkeln	28⁰	44,5 bzw. 24 %
	24⁰	56 %
	19⁰	86 %
	12—13⁰	76,5 bzw. 90 %

Nimmt man also bei 12 bis 13° mit 90% noch nahezu vollständige Keimung an, so ist kaum anzunehmen, daß bei noch niedriger Temperatur im Dunkeln das Keimprozent noch höher steigen kann. Im Licht hingegen macht die oben zusammengestellte Reihe ein weiteres Ansteigen der Keimprozente bei Sinken der Temperatnr, also bei 8 bis 10° fast wahrscheinlich. Dann aber kämen wir hier zweifelsohne im Prinzip zu ganz demselben Ergebnis, wie bei Nemophila und Whitlavia, nur graduell verschieden, denn die schädigende Wirkung des Lichtes bei niederen Temperaturen wäre dann zweifellos geringer als bei höheren Temperaturen. Aber schon aus den vorliegenden Versuchsreihen könnte man ein solches Ergebnis herleiten, wenn man nämlich die beiden Versuchsreihen Gassners kombiniert. Gassner bekommt einmal bei 12° im Dunkeln 90%, ein anderes Mal 76,5% Keimlinge. Nimmt man nun an, im zweiten Falle hätte im Licht eine zufällige Hemmung stattgefunden und setzt statt dessen die Zahl 90% bei 12° des ersten Versuchs, wo der Lichtversuch fehlt, so ist bei

19°	Herabsetzung	von 86%	dunkel	auf	18 %	Licht
12°	„	„ 90%	„	„	26,5%	„

Die Keimprozente sind also durch das Licht bei 19° 4,8 mal, bei 12° 3,4 mal vermindert, woraus also auch schon für Gassners Versuch hervorging, daß sich die hemmende Wirkung des Lichtes mit steigender Temperatur um so fühlbarer macht.

Dann aber wiederum noch etwas anderes. Gassner benutzte über $^1/_2$ Jahre altes Samenmaterial, was noch nichts über frisches Material besagt. Der Typus Phacelia tanacetifolia erfordert also auch jetzt trotz der früheren Untersuchungen von Remer, Kinzel und der von Gassner nicht zitierten Arbeit von Heinricher immer noch weitere Untersuchung, und dürfte sich prinzipiell an denjenigen der von mir untersuchten Hydrophylleen anschließen.

Scrophulariaceen.

Die Ergebnisse der Untersuchung der benützten Scrophulariaceensamen (Veronica longifolia, Verbascum thapsiforme) bestätigen meine eigenen mit diesen Pflanzen erhaltenen Resultate.

So ist also heute der ausschlaggebende Einfluß der absoluten Temperaturhöhe auf den Lichteinfluß bei der Samen-

keimung nicht mehr zweifelhaft. Die angeführten Beispiele zeigen aber ebenso wie die folgenden, daß für jeden einzelnen Samen — immer unter Berücksichtigung aller übrigen Verhältnisse — die keimungsauslösende Wirkung des Lichtes im Verhältnis zur Temperatur bis ins Einzelne studiert werden muß.

3. Temperaturwechsel.

Auch die Erkenntnis, daß der Temperaturwechsel mit dem Lichteinfluß auf die Samenkeimung in enger Wechselbeziehung steht, geht schon bis in die 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts zurück; der Einfluß des Temperaturwechsels wirkte anfangs zweifellos recht verwirrend und hemmte die Anerkennung des Lichteinflusses bedeutend. Eidam hatte ja erkannt, daß Poa im Dunkeln dann zu keimen imstande ist, wenn sie bei wechselnder Temperatur gehalten wird. Als nun dann Wagner und Stebler die Lichtwirkung auf die Samen dieser Pflanze auffanden, ergaben sich zuerst Schwierigkeiten, die aber dann in der mehrfach erwähnten Arbeit von Jönsson aufgeklärt wurden. Auch v. Liebenberg (1884) hat zur Klärung dieser Verhältnisse beigetragen und Pickholz hat dann 1911 die Frage im Anschlusse an Kinzels Untersuchungen wieder aufgenommen und die Wechselwirkung zu erklären versucht, worauf aber an dieser Stelle nicht eingegangen werden soll. Bis dahin war aber die Wechselwirkung von Lichteinfluß und Temperaturwechsel nur bei Poa pratensis, quasi als besonderer Fall bekannt und erörtert worden. Auch Kinzel hatte nicht, wie aus einer Angabe auf S. 47 seines Buches hervorgehen könnte, sicher dargelegt, daß Temperaturwechsel im Dunkeln Keimung von Epilobium hirsutum-Samen hervorrufen könnte. Aus der Tabelle in den Ber. d. d. bot. Ges. 1908, S. 660 läßt sich nicht sicher schließen, ob die Keimung infolge der höheren Temperatur zustande gekommen ist oder infolge des Temperaturwechsels. Ebensowenig hatte ich selbst in meiner ersten Abhandlung über Lichtkeimung (1909) an die Wirkung von Temperaturwechsel bei der Lichtkeimung von Ranunculus sceleratus gedacht. Ich arbeitete zu dieser Zeit, wo mir Keimapparate mit konstanter Temperatur, die sich zugleich belichten ließen, noch vollständig fehlten, in Ge-

wächshäusern verschiedener Temperatur bzw. im Laboratorium. Sobald ich aber begann in belichteten Keimapparaten mit konstanter Temperatur meine Versuche anzustellen, wurde ich — allerdings noch nicht bei Ranunculus sceleratus — aber bei einer Reihe anderer Samen auf die Wichtigkeit des Temperaturwechsels aufmerksam und machte nach Anstellung einiger Versuche auf die Bedeutung derselben für die Lichtkeimungsfrage aufmerksam (1911). Bald nachher zeigte dann auch Gassner die Bedeutung des Temperaturwechsels für die Keimung der lichtempfindlichen Samen von Chloris-Arten. Die erste von den hier zu besprechenden Arbeiten Gassners (1915) greift auf Versuche aus dieser früheren Zeit zurück, bestätigt meine Ergebnisse und vertieft dieselben. Als Fortschritt werden vor allem regelmäßig intermittierende Temperaturen eingeführt, das eine Mal wird die niedere Temperatur (12⁰), das andere Mal die höhere (28⁰) länger zur Anwendung gebracht. Es zeigt sich, daß solcher regelmäßiger Temperaturwechsel die Lichtwirkung bei einer ganzen Anzahl von Samen zu ersetzen imstande ist. Das eine Mal ist die Wirkung günstiger, wenn die höhere Temperatur, das andere Mal wenn die niedrigere Temperatur längere Zeit geboten wird. In manchen Fällen (Clarkia) ist aber Temperaturwechsel auch nicht imstande, die Lichtwirkungen zu ersetzen.

Unterdessen aber hatte ich nun meine früheren Untersuchungen an Ranunculus sceleratus weiter fortgesetzt und gefunden, daß bei konstanter Temperatur weder eine deutliche Keimung im Lichte (diffuses Tageslicht, Osramlicht) auf destilliertem Wasser noch auch im Dunkeln eine Keimung auf Knopscher Nährlösung zustande kam (vergl. die hier zuerst veröffentlichten Versuchsprotokolle S. 571). Auch hatte ich schon einen Versuch angestellt, der mir die Wirkung des Temperaturwechsels im Zusammenhang mit der Nährlösung nahelegt (Prot. S. 571). Ich veranlaßte deshalb meinen Schüler Ottenwälder, diesen Problemen im Zusammenhang mit dem Substrateinfluß weiter nachzugehen. Wir kamen aber bald auf so vielerlei wichtige Ergebnisse in anderen Richtungen, so daß die spezielle Untersuchung der Samen von Ranunculus sceleratus vorerst noch zurückgestellt werden mußte. Ottenwälder sagte darüber

nur (1914, S. 42): Es muß bei Ranunculus sceleratus an eine günstige Wirkung des Temperaturwechsels gedacht werden.

Inzwischen aber hatte nun Gassner den Faden seinerseits wieder aufgenommen. Er zeigt (II, 1915, S. 269) durch systematische Untersuchungen, daß bei R. sceleratus unter konstanten Temperaturen weder im Lichte noch im Dunkeln auf destilliertem Wasser Keimung stattfindet, daß also unter diesen Verhältnissen eine Keimungsauslösende Wirkung des Lichtes bei diesen Samen nicht festzustellen ist. Dagegen wird gezeigt, daß unter gleichzeitigem Vorhandensein von Temperaturschwankungen dem Lichte eine erhebliche keimungsauslösende Wirkung zukommt, wie das eben in meinen ursprünglichen Versuchen der Fall war, wo ich unter den wechselnden Temperaturbedingungen des Gewächshauses arbeitete. Gassner faßt diese Wechselwirkung von Licht und Temperatur so auf, daß Lichtwirkungen im Keimbett die Samen gegen Temperaturwirkungen empfindlicher macht. War aber bisher durch meine Untersuchungen und diejenigen Gassners auch gezeigt worden, daß Temperaturwechsel bei solchen Samen Keimung im Dunkeln auslöst, bei denen eine erhöhte Temperatur im Dunkeln zum gleichen Ergebnis führt, so hebt Gassner mit Recht hervor, daß das prinzipiell Neue an seinen Feststellungen darin zu suchen ist, daß Belichtung im Keimbett weder bei höheren noch bei niederen Temperaturen keimungsauslösend wirkt, sondern nur dann, wenn gleichzeitig Temperaturschwankungen zur Einwirkung auf die Samen kommen. Allerdings scheint nach den Untersuchungen von Pickholz (1911) ein Übergang zu den erstgenannten Samen, bei denen Temperaturwechsel ebenso wie Lichtwirkung zu maximalen Keimungen führen, in Poa pratensis zu bestehen, deren Samen »normal im Dunkeln nur bei einer zeitweiligen höheren Erwärmung, nicht aber bei konstanter Temperatur, und zwar weder bei 20° noch bei 28° C keimt«. Indessen sehen wir, trotz so zahlreicher Untersuchungen, heute in den Keimungsverhältnissen von Poa pratensis noch nicht völlig klar. Dagegen ließe sich der Typus von Ranunculus sceleratus noch in anderer Richtung, z. B. gegenüber den Gesneriaceen scharf abgrenzen, bei welchen auf destilliertem Wasser unter konstanten höheren Temperaturen

Keimung im Lichte stattfindet, bei den wechselnden Temperaturen des Gewächshauses im Dunkeln aber nie.

Es führen also

1. im Dunkeln: gesteigerte konstante Temperatur ebenso wie Temperaturwechsel zu maximaler Keimung,
   im Licht: Keimung schon bei niederer Temperatur.
   Beispiel: Veronica longifolia.
2. im Dunkeln: gesteigerte, konstante Temperatur führt nicht zu maximaler Keimung, dagegen Temperaturwechsel,
   im Licht: auch bei niederer konstanter Temperatur maximale Keimung.
   Beispiel: Poa pratensis nach Pickholz.
3. im Dunkeln: gesteigerte konstante Temperatur führt nicht zur Keimung, dagegen Temperaturwechsel,
   im Licht: keine Keimung bei hoher und niedriger konstanter Temperatur, dagegen bei Temperaturwechsel.
   Beispiel: Ranunculus sceleratus.
4. im Dunkeln: gesteigerte konstante Temperatur führt ebensowenig wie Temperaturwechsel zur Keimung,
   im Licht: Keimung bei konstanter Temperatur sowohl wie bei Temperaturwechsel.
   Beispiel: Gesneriaceen.

Bei weiterer eingehender Untersuchung werden sich da bald noch eine Reihe anderer Einzelfälle herausschälen lassen, die aber je nach dem Reifestadium sich gegeneinander verschieben.

4. Substratwirkung.

Im Zusammenhang mit der Lichtwirkung auf keimende Samen wurde auf den Einfluß des Substrates zuerst von mir hingewiesen. Es geschah dies an den Samen von Ranunculus sceleratus. Es wurde gezeigt, daß Samen von Ranunculus sceleratus im Dunkeln auf destilliertem Wasser nicht, dagegen auf Erde und auf Fließpapier mit Knopscher Nährlösung

auskeimen. Wie schon oben hervorgehoben, habe ich die Keimung der Samen von Ranunculus sceleratus ursprünglich nur im Laboratorium und in der Vermehrung beobachtet. Es lag mir seinerzeit nur daran — und darauf bin ich von Anfang meiner Lichtkeimungsversuche überhaupt ausgegangen — die Lichtwirkung durch Substratwirkung zu ersetzen. Man dachte damals noch gar nicht daran, oder hatte jedenfalls die älteren angeführten Arbeiten vergessen, daß relativ geringe Temperaturschwankungen die Lichtkeimungsverhältnisse so erheblich beeinflußten. So kam ich zu den so wechselnden Ergebnissen mit R. sceleratus S. 287 bis 290 bei Gassner), die heute, wo der Einfluß des Temperaturwechsels auf die Keimung anderer lichtempfindlicher Samen durch mich und Gassner geklärt ist, ohne weiteres verständlich werden. Jedenfalls war mir und Ottenwälder im Laufe unserer Untersuchungen der Zusammenhang zwischen Substratwirkung und Temperaturwechsel, wie aus Ottenwälders Arbeit und dem gleich folgenden Versuchsprotokoll hervorgeht, auch für Ranunculus sceleratus schon durchaus wahrscheinlich geworden. Als Beleg hierfür sei folgender Versuch aus dem Jahre 1911 angeführt.

Material Ranunculus sceleratus Friedrichsort August 1911.

Versuchsbeginn 12. Dezember 1911,

bis 7. Januar Keimapparat bei 25°, dann ins Laboratorium, zur Einwirkung von Temperaturwechsel (ich hatte damals erst einen Keimapparat).

	dest. Wasser		Knop	
	hell	dunkel	hell	dunkel
bis 7. Jan.	0	0	38	0
bis 17. Jan.	fast 100 %	0	—	52

Heute, nach Gassners Untersuchungen, steht die Wechselwirkung zwischen Substrat und Temperaturwechsel außer Zweifel. Jetzt ist es mir, wie ja auch Gassner, der die Kieler Verhältnisse kennt, klar, daß ich bei 15° im Laboratorium daselbst keine Keimung erhielt. Die Temperatur dieses Laboratoriumszimmers war sehr gleichmäßig (Dauerbrandöfen!) gegenüber der vielmehr schwankenden und zugleich höheren Tempe-

ratur des in Kiel benutzten Gewächshauses. Die zweite Versuchsreihe (1911, S. 584) wurde in Tübingen angestellt. Es war auffallend, daß ich hier längere Zeit geringe Keimungszahlen auf Knop erhielt, innerhalb drei Wochen nur durchschnittlich 1,5%. Es ist aber zu bemerken, daß diese Versuche an schattiger Stelle in der Vermehrung, also in einem möglichst gleichmäßig geheiztem Gewächshause, angestellt wurden, noch dazu im September, wo die Temperatur an sich in Tübingen noch sehr gleichmäßig zu sein pflegt, während die Kieler Versuche in einem Warmhause, das nicht zur Anzucht benützt wurde, und in welchem die Temperatur viel mehr schwankte, ausgeführt wurden. — Die höheren Zahlen bei Ottenwälder (1914, S. 42) erklären sich wieder ohne weiteres einmal aus der längeren Nachreife des verwandten Materials — die Versuche wurden im Januar angestellt — und dann der zweifellos viel größeren Temperaturschwankungen auch im Gewächshaus zu dieser Jahreszeit. — Unglücklich ist nur die nicht auf besonderen Versuchen beruhende durchschnittliche Temperaturangabe 1912, S. 488. So sind die einzelnen Versuchsdaten meiner Arbeiten, die sich teils zu widersprechen schienen, hiermit völlig geklärt. Für den Spezialfall Ranunculus sceleratus hat also die Feststellung vom Einfluß des Temperaturwechsels in Verbindung mit der Substratwirkung ein besonderes Interesse gewonnen.

Das bedeutsamste Ergebnis der Gassnerschen Hauptarbeit (II) liegt aber darin, daß er den Einfluß der Knopschen Nährlösung auf die Keimung der Samen von Ranunculus sceleratus und einige andere Samen weiter analysierte. Ich hatte früher hier schon eine Reihe von Versuchen angestellt, deren Protokolle wert sind, mit an dieser Stelle angeführt zu werden, da ihre Ergebnisse, wenn auch in den Anfängen, doch in ganz gleicher Richtung liegen, als die Gassners:

Material: Ranunculus sceleratus. Friedrichsort bei Kiel, August 1911.
Versuchsbeginn: 4. Dezember 1911.
Versuchsanordnung: Keimapparat 25⁰.

	dest. Wasser		$Ca(NO_3)_2$		KH_2PO_4		KCl		$MgSO_4$	
	hell	dunkel	hell	dunkel	hell	dunkel	hell	dunkel	hell	dunkel
am 10. Jan. 1912	8,5	0	42	1	7	0	9	0	10	0

Material: wie vorher.
Versuchsbeginn: 12. Dezember.
Versuchsanordnung: wie vorher.

	dest. Wasser		$Ca(NO_3)_2$		KH_2PO_4		KCl		$MgSO_4$		Knop	
	hell	dunkel	hell	dunkel	hell	dunkel	hell	dunkel	hell	dunkel	hell	dunkel
am 17. Jan. 1912	0	0	54	3	4	0	1,5	1	1	4	38	0

Es ist also nicht zweifelhaft, daß im Keimapparat bei Belichtung und nahezu konstanter Temperatur das Stickstoffsalz allein einen besonderen Einfluß ausübt. Es deckt sich das mit Gassners Tabelle 11. Ich wollte aber natürlich erst die Wirkung der Knopschen Nährlösung auch im Dunkeln erklären, ehe ich hier zu publizieren begann.

Wie schon erwähnt, hatte ich eigentlich Ottenwälder dazu bestimmt, diese Untersuchungen über den Einfluß der Knopschen Nährlösung und ihre Komponenten auf die Keimung der Samen von Ranunculus sceleratus weiter fortzuführen. Doch kamen seine Untersuchungen durch die Wahl der übrigen Versuchssamen bald auf das Gebiet der Säurewirkung und die Lichtintensitätsfrage hinüber, was jetzt ja besonders zu begrüßen ist, da sich nun die Ottenwälderschen und Gassnerschen Untersuchungen aufs beste ergänzen und uns ganz in erster Linie vor frühzeitigen Verallgemeinerungen bewahren. Übrigens möchte ich ausdrücklich bemerken, daß ich durch die Anführung meiner vorläufigen Versuchsprotokolle nicht etwa beabsichtige, Gassner die Priorität streitig zu machen, sie sollen nur als selbständige frühere Versuche Gassners Resultate bestätigen.

Die Untersuchungen Gassners in dieser Richtung zeigen aber nun weiter, daß bei intermittierenden Temperaturen den N-haltigen Stoffen in besonderer Weise das Vermögen zukommt, die unter gleichen Verhältnissen sonst nur im Licht keimenden Samen von Ranunculus sceleratus auch in Dunkelheit zur Keimung zu bringen. Alle Nitrate, Salpetersäure, gewisse (vielleicht alle) Nitrite, ferner Ammoniumsalze wirken in außerordentlichem Maße keimungsauslösend, während den daraufhin untersuchten N-freien Salzen eine solche Wirkung nicht zukommt. Ob bei konstanter Temperatur unter kombinierter

Licht- und Nährsalzwirkung Keimung stattfindet, ist noch nicht sicher festgestellt, da die Wirkungen kleinster Temperaturschwankungen noch auszuschalten sind. Die Schwellenwerte für die Wirkung der N-haltigen Substanzen liegen sehr weit abwärts. 0,001 bis 0,0001 mol. vermögen die Keimung noch deutlich zu fördern.

Das für Ranunculus sceleratus Gefundene wird dann in ganz gleicher Weise auch für Oenothera biennis und Chloris ciliata von Gassner festgestellt. Auch hier erweisen sich die N-haltigen Komponenten der Lösung wirksam. Bezüglich Einzelheiten sei auf das Original verwiesen.

So ist es also Gassner gelungen die wirksamen Komponenten der Knopschen Nährlösung in den N-haltigen Substanzen aufzudecken, was allerdings schon nach dem früher mitgeteilten kaum im Gegensatz (vergl. Gassner II. S. 338) mit meinen Untersuchungen steht, da ich hierüber noch gar keine Untersuchungen veröffentlicht habe und die Frage eben offen gelassen hatte, noch weniger aber nach Mitteilung der obigen Versuchsergebnisse.

Hat also Gassner so die keimauslösende Wirkung N-haltiger Verbindungen bei lichtempfindlichen Samen festgestellt, so war es vorher mir und Ottenwälder gelungen, die keimungsauslösende Wirkung von Säuren klarzulegen. Gassner unternimmt nun unter dem Eindruck unserer Untersuchungen in der dritten Arbeit weitere Untersuchungen zum Zwecke der Feststellung, wie weit die keimungsauslösende Wirkung der N-Verbindungen im Dunkeln bei lichtempfindlichen Samen verbreitet ist. Diese Versuche werden im Rostocker botanischen Institut im Laboratorium — ohne konstante Temperatur — angestellt; also ungefähr in der Weise, wie ich früher in Kiel arbeitete. Gassner zeigt nun, daß bei folgenden lichtempfindlichen Samen N-Verbindungen im Dunkeln keimungsauslösend wirken:

Hypericum perforatum.
Geum urbanum.

Von besonderem Interesse ist es, daß es Gassner gelang, auch die Samen von Sinningia (Gloxinia) durch N-haltige Sub-

stanzen zur Keimung zu bringen, was mir sowie Ottenwälder, weder durch hohe Temperaturen, durch Anstechen, Säuren usw. gelang. Gassner findet dann aber auch andere lichtempfindliche Samen, bei denen N-haltigen Substanzen im Dunkeln keine keimungsauslösende Wirkung zukommt und andere, bei denen sie noch zweifelhaft ist. Sicher aber eröffnet sich hier noch ein Gebiet, welches bei weiterer Bebauung nach Breite und Tiefe die allerinteressantesten Ergebnisse verspricht.

Nach dieser, etwas eingehenderen Besprechung der Arbeiten Gassners, durch die ich zugleich eine engere Verknüpfung der wichtigen Versuchsresultate des Verf.s mit den bisher vorliegenden, vor allen auch älteren Arbeiten anstrebte, möchte ich die Gelegenheit benützen, an der Hand einer Anzahl noch unveröffentlichter Versuche Ottenwälders nochmals darauf hinzuweisen, wie unbedingt notwendig heute die breite Untersuchung zahlreicher Samen auf ihre Lichtkeimungsverhältnisse wird, unter Berücksichtigung sämtlicher Bedingungen, wie sie etwa in meiner Arbeit 1912 dieser Zeitschrift aufgeführt sind.

Digitalis.

Über den Einfluß des Lichtes auf die Keimung der Samen von Digitalisarten: D. purpurea, lutea, ambigua schreibt Kinzel (1909, S. 538): D. purpurea keimt im Licht zu 100%, im Dunkeln gar nicht (bei 20°!); umgekehrt keimt D. lutea in 10 Tagen zu 100% im Dunkeln, nur ganz spärlich im Licht. D. grandiflora (ambigua) nur wenig begünstigt durch Dunkel keimt in 15 Tagen im Dunkeln und im Licht zu 100%.« Hierzu bemerkte ich (1912, S. 441): »Ganz verschieden sollen nach Kinzel die Verhältnisse auch in der Gattung Digitalis liegen, wo D. lutea durch Dunkel, D. purpurea aber durch Licht stark begünstigt werden soll. Es wird indessen aus meinen Ausführungen wiederholt und zur Genüge hervorgehen, daß wir diesen Ergebnissen soweit noch keinen bindenden Glauben schenken dürfen, als wir nicht ausdrücklich wissen, unter welch übrigen Bedingungen

die Untersuchungen ausgeführt wurden.« In seinem Buch hält Kinzel (S. 98) an seinen bisherigen Ergebnissen fest und brachte nur folgende Anmerkung: »D. purpurea wurde unter genau den gleichen Keimungsbedingungen gehalten, wie die übrigen Arten. Das konnte auch jeder aus den Berichten der D. B. G. ersehen.« (Vgl. dazu Lehmann, a. a. O., 1912, S. 471.) Die letztere Bemerkung ist mir bis heute nicht verständlich; denn wenn man auch jetzt aus den nachträglichen Angaben in den Tabellen von Kinzels Buch erfährt, daß die Samen der Digitalisarten bei 20° untersucht worden sind, wie die meisten anderen, so war das zur Zeit der Publikation des Aufsatzes in den Berichten um so weniger klar, als kurz vor den Digitalisversuchen ein Versuch mit Veronica Anagalis bei 16,7° angeführt wurde! — Das aber nur nebenbei. Viel wichtiger ist, daß Kinzels Untersuchungen mit Samen ganz verschiedenen Alters vorgenommen wurden und aus ihnen dann das Facit gezogen wurde. Digitalis purpurea z. B. wird sofort nach der Ernte untersucht, D. lutea und ambigua aber nach 2- bis 3 monatlicher Nachreife. Ottenwälder hat nun die folgenden Versuche zur Klärung der Sachlage angestellt:

Material: Digitalis purpurea. 29. September 1913. Schönbuch bei Tübingen.

Versuchsanordnung:	Vermehrung				25°. Keimapp. Gaslicht						
Beginn:	27. Okt. 1913 (1 Mon. Nachr.)				5. Dezember 1913 (2 Monate Nachreife)					19. März 1914 ($5^1/_2$ Mon. Nachreife)	
Datum der Keimung	hell		dunkel		Datum	hell		dunkel		Datum	dunkel
1. November	0	2	0	0	8. Dez.	6	1	0	0	—	—
3. „	3	5	0	0	9. „	17	3	0	0	—	—
4. „	12	8	0	0	12. „	41	41	1	2	26. März	9
6. „	17	14	0	0	13. „	47	48	1	3	28. „	16
7. „	18	18	0	2	15. „	60	68	3	5	30. „	26
14. „	19	19	0	2	17. „	70	72	4	9	1. April	27
19. „	23	22	0	2	18. „	75	74	6	9	2. „	28

In Übereinstimmung mit Kinzel ist also Digitalis purpurea bei 25° stark vom Licht abhängig befunden worden. Je älter die Samen werden, um so weniger tritt aber diese Abhängigkeit hervor, um so zahlreicher werden die Dunkelkeimer, eine ja seit Jönsson bekannte, weitverbreitete Eigenschaft der durch Licht begünstigten Samen.

Material: Digitalis lutea. Botanischer Garten Tübingen. 22. Oktober 1913.

Versuchsanordnung:	Vermehrung						Keimapparat 22⁰						
Beginn:	28. Oktober (6 Tage Nachreife)						3. November (12 Tage Nachreife)						
Datum	hell		%	dunkel		%	Datum	hell		%	dunkel		%
31. Oktober	3	2	**2,5**	1	0	**0,5**	6. Nov.	15	17	**16**	8	5	**6,5**
1. November	62	55	**58,5**	18	17	**17,5**	7. „	52	59	**55,5**	28	22	**25**
3. „	92	84	**88**	77	69	**73**	8. „	77	80	**78,5**	42	36	**39**
4. „	96	86	**91**	82	80	**81**	10. „	93	86	**89,5**	64	54	**59**
5. „	96	87	**91,5**	87	86	**86,5**	12. „	96	90	**93**	70	61	**65,5**
7. „	96	87	**91,5**	87	86	**86,5**	14. „	96	90	**93**	73	66	**69,5**

Bei Digitalis lutea wirkt also in dem vorliegenden Falle jedenfalls bei wenig nachgereiftem Samen das Licht ebenfalls keimfördernd, wenn auch erheblich weniger als bei D. purpurea. Da aber Kinzels Samen 2 bis 3 Monate nachgereift waren, dazu die Temperatur 2⁰ niedriger lag, so läßt sich kein direkter Vergleich ziehen. Jedenfalls wäre es recht interessant, wenn die geringen Differenzen in den äußeren Bedingungen so erheblichen Erfolg hatten und den Lichteinfluß insoweit umkehrten.

Material: Digitalis ambigua (-grandiflora). Bot. Garten Tübingen. 1. September 1913.

Versuchsanordnung:	Keimapparat 20⁰					
Beginn:	3. Dezember 1913 (Nachreife 3 Monate)					
Datum	hell		%	dunkel		%
8. Dezember	48	40	**44**	26	25	**25,5**
9. „	68	50	**59**	44	53	**48,5**
12. „	86	75	**80,5**	66	69	**67,5**
13. „	89	93	**86**	68	72	**70**
17. „	95	91	**93**	72	74	**73**
18. „	95	91	**93**	78	75	**76,5**

Auch bei Digitalis ambigua also Förderung durch das Licht, obgleich die hier verwendeten Samen die gleiche Nachreife haben und denselben Temperaturbedingungen bei der Keimung unterworfen sind. Sofern hier Irrtümer ausgeschlossen sind, lassen sich die Differenzen vielleicht am besten durch die Reifebedingungen der Samen an der Pflanze erklären, die ja im botanischen Garten auf den dauernd besonnten Feldern des Systems sicher recht viel andere sind, als an den wilden Standorten.

Jedenfalls aber Vorsicht mit der Aufstellung von Typen und mit jedweder Verallgemeinerung, nirgends mehr als auf dem Lichtkeimungsgebiet!

Epilobium.

Die Keimungsverhältnisse in der Gattung Epilobium sind in ihrer Weise von nicht geringerem Interesse. Auf die Lichtempfindlichkeit der Samen der Arten dieser Gattung machte uns Kinzel aufmerksam. Unterdessen ist von ihm, Lehmann, Ottenwälder und Gassner mit denselben experimentiert worden. Indessen waren es hauptsächlich die Arten E. roseum und hirsutum, welche eingehend untersucht wurden. Dagegen sind die Keimungsverhältnisse bei den übrigen Arten noch nicht recht geklärt. Kinzel nimmt anscheinend für alle untersuchten Arten eine sehr hohe Lichtempfindlichkeit an, so hoch sogar, daß »meistens schon das Ausschneiden noch nicht aufgesprungener eben reifer Früchte und Nachreife im Trockenraum« oder das Betauen von Samen in eventuell schon geöffneten Früchten genügt, um Dunkelkeimungen auszulösen. So soll es sich z. B. bei im Dunkeln erscheinenden Keimlingen bei E. angustifolium verhalten.

Ottenwälder hat nun bei fast ganz gleichaltrigen (3 Monate alten) an den verschiedensten Stellen und bei trockenem Wetter entnommenen Samen verschiedener Epilobiumarten unter denselben Bedingungen vergleichende Untersuchungen angestellt, die in den folgenden Tabellen zusammengestellt sind.

Material: Epilobium roseum							Epilobium parviflorum									
ges. 1. Oktober 1912 in Tübingen							ges. 19. August 1912 in Neckarsulm			ges. 7. Oktober 1913						
Versuchsanordnung:	Keimapparat 22°						Keimapparat 22°			Keimapparat 23°						
Beginn:	15. Dez. 1912 ($3^1/_2$ Mon. Nachr.)						19. Nov. 1912 (3 M. Nachr.)			4. November 1913						
Datum	hell		%	dunkel		%	Datum	hell	dunkel	Datum	hell		%	dunk.		%
17. Dez.	0	0	**0**	0	0	**0**	21. Nov.	3	0	6. Nov.	39	45	**42**	1	4	**2,5**
18. „	11	12	**11,5**	0	0	**0**	22. „	54	0	7. „	78	78	**78**	5	5	**5**
19. „	62	71	**66,5**	0	0	**0**	25. „	83	8	8. „	82	83	**82,5**	6	5	**5,5**
20. „	73	77	**75**	0	0	**0**	28. „	84	9	11. „	84	86	**85**	6	5	**5,5**
21. „	76	85	**80,5**	1	0	**0,5**	29. „	85	9	14. „	84	86	**85**	6	5	**5,5**

Material: Epilobium montanum							Epilobium adnatum					
ges. 7. Sept. 1912 in Gryon 1000 m hoch							ges. 28. Aug. 1912			ges. 13. Nov. 1913		
Versuchs-anordnung:	Keimapparat 22°						Keimapparat 22°			Keimapparat 25°		
Beginn:	3. Dezember 1912						19. November 1912			5. März 1914		
Nachreife:	3 Monate						nicht ganz 3 Monate			1½ Jahre		
Datum	hell		%	dunkel		%	Datum	hell	dunkel	Datum	hell	dunkel
6. Dez.	3	9	6	0	1	0,5	21. Nov.	86	31	7. März	100	8
7. "	8	13	10,5	0	1	0,5	22. "	98	87	8. "	—	98
9. "	58	63	60,5	15	3	9	25. "	100	99	9. "	—	100
10. "	84	84	84	20	4	12						
11. "	91	89	90	26	6	17						
12. "	93	92	92,5	34	19	26,5						
13. "	94	94	94	35	27	31						
14. "	94	94	94	39	29	34						
16. "	—	—	—	47	37	42						
20. "	—	—	—	48	37	42						

Material: Epilobium angustifolium									
gesammelt 19. August 1912 Chesières (1200 m)							18. August 1912 Binau a. Neck. (150 m)		
Versuchs-anordnung:	Keimapparat 22°. Gaslicht								
Beginn:	19. November 1912						16. November 1912		
Nachreife:	3 Monate						3 Monate		
Datum	hell		%	dunkel		%	Datum	hell	dunkel
21. Nov.	21	14	17,5	23	18	20,5	18. Nov.	28	10
22. "	71	51	61	52	48	50	19. "	54	43
23. "	98	93	95,5	80	80	80	20. "	70	66
23. "	—	—	—	—	—	—	21. "	73	77
23. "	—	—	—	—	—	—	22 "	79	80
26. "	98	93	95,5	80	80	80	—	—	—
26. "	—	—	—	—	—	—	25. "	82	82
26. "	—	—	—	—	—	—	26. "	82	82

Nach den hier dargelegten Versuchen dürfte die Annahme Kinzels sehr wenig Wahrscheinlichkeit haben, daß die Lichtempfindlichkeit bei allen Epilobiumarten gleich ausgeprägt ist. Es wäre doch sehr merkwürdig, wenn gerade bei Epilobium angustifolium in Kinzels und Ottenwälders Versuchen die von Kinzel angenommenen Versuchszahlen zuträfen, in diesen und all den massenhaften Versuchen, die ich selbst und Ottenwälder aber mit E. hirsutum und roseum ausgeführt haben,

nicht. Zudem sollten, nach Kinzel, gerade bei den an Wasserläufen wachsenden Arten, wie hirsutum, die genannten Versuchsfehler besonders hervortreten. Die hier mitgeteilten Versuchsergebnisse mit gleichlang nachgereiften Samen verschiedener Arten lassen es viel wahrscheinlicher sein, daß die Lichtempfindlichkeit der verschiedenen Arten eben eine verschieden große ist oder zum mindesten die Nachreifeerscheinungen bei den verschiedenen Arten verschieden schnell ablaufen. Ganz besonders, da auch Kinzel bei 14 Tage nachgereiftem Saatgut von E. angustifolium innerhalb weniger Tage 64 Keimlinge im Dunkeln gegen 90 im Hellen erlangt, wird es doch durchaus wahrscheinlich, daß die Samen von E. angustifolium weniger lichtempfindlich sind, als diejenigen z. B. von E. roseum. Die Samen von E. montanum und adnatum stehen in ihrer Lichtempfindlichkeit vielleicht in der Mitte zwischen den beiden Endtypen. Man sieht aber, wieviel hier noch bis zu endlicher Klärung zu tun ist.

Literaturverzeichnis siehe in den früheren Abhandlungen des Verfassers und Ottenwälders über Lichtkeimung in dieser Zeitschrift.

Gassner, G., Über die keimauslösende Wirkung der Stickstoffsalze auf lichtempfindliche Samen[1].

Pringsh. Jahrb. 1915. **55,** 259—342.

Die Versuche des Verf.s sind eine Ergänzung und ein Ausbau der Arbeit Lehmanns: »Über die Keimungsphysiologie und -biologie von Ranunculus sceleratus L. und einiger anderer Samen«. Diese neuen Resultate sind gestützt durch eine große Anzahl von Versuchen und beziehen sich auf die Wirkung des Lichtes, der Temperatur, der Knopschen Nährlösung und der einzelnen darin befindlichen Salze, sowie mehrerer dieser Faktoren zusammen.

Das reichhaltige Material läßt sich zusammengefaßt so darstellen, daß bei Ranunculus sceleratus in konstanter Temperatur weder in dauerndem Licht noch bei Lichtwechsel, weder in destilliertem Wasser noch in schwacher Knopscher Nährlösung Keimungen auftreten (bei starker Nährlösung in ganz geringem Maße). Die Resultate ändern

[1]) Diese Besprechung lag bereits vor, als uns der vorstehende Aufsatz angeboten wurde. Sie zurückzustellen, erschien nicht erforderlich.

sich aber, sobald die beiden Faktoren Licht und Nährlösung zusammen auf die Pflanze wirken, und zwar sind die Erfolge bei Anwendung der starken Nährlösung günstiger als bei der schwachen.

Tritt an Stelle der konstanten eine intermittierende Temperatur, so keimen die Samen auch schon in dauernder Dunkelheit in destilliertem Wasser, jedoch nur, wenn die Temperaturintervalle groß genug sind (14^0) und die höhere Temperatur die kürzere Zeit wirkt (4 : 20 Stunden).

Kommt zu dem Temperaturwechsel noch Lichtwirkung hinzu, so steigern sich die positiven Keimungsresultate wesentlich. Die Förderung zeigt sich auch schon bei geringeren Temperaturintervallen. Die günstigsten Erfolge werden erreicht bei kurzer Licht- und Wärmewirkung und langer Dunkelheit bei verminderter Temperatur. Die gleiche Wirkung wie durch Belichtung kommt bei Anwendung von Knopscher Nährlösung zustande. Somit kommt der Verf. zu dem Satz, daß Tageslicht und Nährlösung in dem gleichen Sinne wirken, und ihre Wirkungen sich addieren, wie die Versuche in Nährlösung bei Wechsel von Temperatur und Licht zeigen.

Leider ist hier bei den sonst so eindeutigen Versuchen des Verf.s ein Mangel, nämlich der fehlende Nachweis, ob das Licht an und für sich, oder ob der Wechsel von Licht und Dunkelheit keimauslösend wirkt. Es ließe sich diese Frage entscheiden durch Versuche in dauerndem Licht bei Temperaturwechsel, die sich auf den zahlreichen angegebenen Tabellen nicht finden. — Die Versuche bei konstanter Temperatur und dauerndem Licht (Osramlicht 600 N.-K.) ergaben 0 % Keimung wie bei dauernder Dunkelheit und konstanter Temperatur, während ein Wechsel von Osramlicht und Dunkelheit gleichzeitig mit Temperaturschwankungen wohl eine Keimungsförderung zeigt, wenn auch nicht in dem Maße, wie bei Wechsel von Tageslicht und Dunkelheit bei entsprechender Temperaturveränderung.

Bei Untersuchung des keimauslösenden Momentes der Knopschen Nährlösung zeigt es sich, daß die keimungsfördernde Wirkung nur den Nitraten zukommt. Alle untersuchten NO_3-Salze waren in schwacher Konzentration keimungsfördernd, in starker machte sich nebenbei allerdings schon eine keimungshemmende Wirkung geltend. Das gleiche scheint für die NH_4-Salze zu gelten. Es liegen auch Versuche mit Nitriten und organischen N-Verbindungen vor, die teils schwach fördernd, teils direkt schädigend zu sein scheinen. — Die N-freien Salze: KH_2PO_4, $MgSO_4$, $CaCl_2$ wirken ausnahmslos nicht keimauslösend.

Ganz anders als bei Ranunculus sceleratus gestalten sich die Versuchsergebnisse bei Oenothera biennis. Hier konnte der Verf. schon

eine Keimung von 63 % in Dunkelheit und bei konstanter Temperatur erzielen, wenn letztere nur hoch genug (28°) gehalten wurde. Diese Zahl stieg bei Tageslicht und gleicher Temperatur auf 91,5 % und war im Gegensatz zu den Versuchen mit Ranunculus günstiger, wenn einer langen Belichtungszeit eine kurze Dunkelheit (20 : 4 Stunden) gegenüberstand. Ob aber der Satz des Verf.s zu Recht besteht, daß »der Temperaturwechsel in dem gleichen Sinne keimauslösend wirkt wie Belichtung« scheint dem Ref. erst dann bewiesen zu sein, wenn er noch durch Versuche in dauerndem Licht bei Temperaturwechsel gestützt wird.

Da sich die positiven Keimresultate bei Anwendung von Knopscher Nährlösung auch hier steigern, kommt der Verf. zu dem Schluß, daß bei Oenothera biennis die Nährlösung als Ersatz des Temperaturwechsels oder der Lichtwirkung bezeichnet werden kann. — Wie bei Ranunculus, so sind es auch bei Oethera die N-haltigen Salze, denen die keimauslösende Wirkung zugesprochen werden muß. Im einzelnen sei hier jedoch auf die Orginalarbeit verwiesen.

Dasselbe gilt von dem letzten Abschnitt der Arbeit, der sich mit der Wirkung der einzelnen Salze auf die Keimung von Chloris ciliata beschäftigt. Auch hier sind es die N-haltigen Salze, die die keimauslösende Wirkung zeigen und zwar schon bei sehr niedrigen Konzentrationen (0,0001 bis 0,001 mol.). Oberhalb bestimmter Konzentrationen macht sich eine keimungshemmende Wirkung geltend, die sich zunächst in einem Keimverzug, bei wachsender Konzentration auch in Herabsetzung der Keimprozente zeigt.

Was die Wirkung der einzelnen Salze anbetrifft, liegen also bei den drei untersuchten Samen wesentliche Übereinstimmungen vor, obgleich sie sich in bezug auf Temperatur- und Lichtwirkung sehr verschieden verhalten.

R. Stoppel.

Baur, E., Einführung in die experimentelle Vererbungslehre.

Zweite Auflage mit 131 Textfig. u. 10 farbigen Taf. Bornträger, Berlin. 1914.

Die vorliegende, stark erweiterte zweite Auflage (401 Seiten gegen 293 der ersten, dazu mehr wie 50 neue Figuren) ist eine Leistung allerersten Ranges, eine Quelle klärender und gediegener Belehrung, wie nur ein Führer in Forschung und Lehre sie bieten kann.

Ich hatte die Freude, die erste Auflage in dieser Zeitschrift (1911) zu besprechen[1] und muß sagen, daß die zweite Auflage in bewunde-

[1]) Warum ist die Fig. 10 nicht korrigiert worden?

rungswürdiger Weise das in der Zwischenzeit Errungene verwertet. Die Vererbungsforschung ist im gärenden Fortschritt begriffen, Baur aber versteht es, die verschiedenen Erscheinungen in möglichst klarer Weise zu durchleuchten, indem er absichtlich das Hypothetische zurückdrängt.

Ganz ohne Beeinflussung seiner hypothetischen Vorstellungen kann übrigens kein Autor eine wissenschaftliche Disziplin in Zusammenhang darstellen. Im bewußten Streben, den Hypothesen möglichst zu entweichen, wird man allerdings bei Behandlung der einzelnen Punkte öfters eine maximale Klarheit im Ausdruck erreichen können, aber dieser Klarheitsgrad steht in Gefahr rein lokal zu sein, eben weil ein verbindendes einheitliches Hypothesenband relativ wenig in Betracht gezogen ist. Denn dadurch werden die Ausdrücke leicht von Fall zu Fall so gewählt, wie es gerade lokal am zweckmäßigsten ist.

Baurs schönes Buch hat punktweise Andeutungen einer solchen Erscheinung, wobei aber sofort gesagt werden muß, daß diese Bemerkung nur die Ausdrücke betrifft, nicht den Sinn. Der kundige Leser freut sich überall über die einsichtsvolle Klarheit des Gedankens; ein Anfänger wird aber hier und da etwas stutzen. Es gilt dies namentlich für die Definition der genotypischen Faktoren. Baur benutzt zunächst das Nägelische Wort »Idioplasma« und definiert es (S. 3) als »den Teil einer Zelle, in dem ihre Arteigenheit begründet ist«. Diese Definition sieht sehr morphologisch aus. Ich würde ungern das Wort Idioplasma anwenden; jedenfalls aber nicht von »Teilen einer Zelle«, sondern von Konstitutionen als das Wesentlichste reden, es mögen nun diese Konstitutionen lokalisiert sein oder das Gesamtprotoplasma durchsetzen bzw. durchdrängen. Ich fühle mich hier in völliger Übereinstimmung mit dem ganzen Geiste der Baurschen Arbeit, vgl. z. B. S. 130, wo es heißt, ein Unterschied zwischen zwei Keimzellen könne darauf beruhen, »daß irgendwo im Idioplasma die eine OH-Gruppe an einer anderen Stelle zu sitzen hat als die andere . . .« Hier ist ja in ganz klarer Weise von Konstitutionsunterschieden die Rede. Andererseits heißt es S. 4, »daß die Vererbung auf der Übertragung von Idioplasma von einem Organismus auf seine Nachkommen beruhe«. Hier ist wieder morphologische Ausdrucksweise, die nicht buchstäblich zu nehmen ist. Aus dem ganzen Werke geht ja doch deutlich hervor, daß Vererbung nicht eine Analogie mit »Übertragung« etwa von »Krankheiten« u. a. m. bietet, sondern im Gegenteil eine Kontinuitätserscheinung ist, häufig mit, aber oft auch ohne Komplikationen infolge der durch Spaltungserscheinungen bedingten Konstellationsänderungen genotypischer Faktoren. Warum denn hier wiederum eine

veraltete Ausdrucksweise benutzen — wie es die Amerikaner und Engländer ja auch so oft mit ihrer unglückseligen »transmission« tun.

Dem Anfänger wird es schwieriger gemacht, die neuen Lehren in ihrem Gegensatz zu den altherkömmlichen Hippokrates-Darwinschen Vererbungskonzeptionen zu greifen, wenn die alten Schlagwörter fortan benutzt werden. Reine Äußerlichkeiten — gewiß! Aber das reiche, herrliche Werk Baurs dürfte im Kleide von Fetzen der überwundenen old fashion ebenso frei sein wie es im Geiste ist. So formen sich meine Noten hier doch stets nur als Ausdruck der Anerkennung und des Interesses.

Die Auffassung oder vielmehr die Tatsache, daß wir bei den »Spaltungserscheinungen« nur mit Unterschieden, was ich Differenzpunkte genannt habe, operieren können, hat Baur in der durchgreifendsten Weise verwendet (vgl. S. 113); seine Beleuchtung der »Presence-Absence-Hypothese« im Lichte dieser seiner Auffassung ist von großer Wichtigkeit. Nicht immer aber ist seine Ausdrucksweise universell adaquat. So definiert er ein Gen bzw. Erbeinheit als »einen als Einheit mendelnden Unterschied (Grundunterschied) zwischen zwei Sippen« (S. 99, vgl. S. 112), und der Verf. spricht auch von »nichtspaltenden Unterschieden« (S. 222) zwischen Species. Hier ist schon eine Nuancendifferenz vorhanden, auf die ich nicht eingehen werde. Aber wenn es (wie S. 131) heißt, daß man in gewissen Fällen der Farbe der Pflanze ansehen kann, »ob bestimmte Gene . . . in ihnen enthalten sind oder nicht«, so ist die gegebene Definition der Gene als »Unterschiede« schwierig präzis festzuhalten. Die Meinung ist richtig und klar, ganz wie wenn es (S. 129) heißt: »Eine „Eigenschaft" wird stets mehr oder weniger stark beeinflußt von vielen Genen, und ein und dasselbe Gen äußert sich in ganz verschiedenen Eigenschaften.« Es ist ja völlig richtig, daß wir irgendwelche als Einheiten auftretenden genotypischen Faktoren nur als solche erkennen können, wo sie heterozygot auftreten und somit eine Spaltung bzw. Neukombination erfolgen kann, wo also genotypische Unterschiede zwischen Gameten vorhanden sind. Die Faktoren sind aber doch nicht an und für sich »Unterschiede«! Richtig ist aber, daß wir gar nicht erkennen können, wie ein gegebener, konstatierter genotypischer Unterschied zu verstehen ist; und Baur hat entschieden Recht in der Behauptung, daß es gar nicht berechtigt ist, nur vom »Fehlen« oder vom »Dasein« irgendeines Konstitutionellen zu reden, wie die übliche Schreibweise der Rechnungsformel Aa (wo a »Fehlen von A« angibt) nur zu leicht veranlaßt. Der genotypische Unterschied kann ja nicht nur »unpaarig«, sondern auch »ungleichpaarig« aufgefaßt werden, dem

analog, was Mendel selbst in viel zu grober Weise als Eigenschaftspaare auffaßte.

Also, in völliger Einigkeit mit dem Verf. in bezug auf den Kern der Sache, finde ich nur in seiner Ausdrucksweise hier und dort kleine Angriffspunkte einer Kritik der Darstellung. Und ich glaube also, daß diese Angriffspunkte Konsequenzen der, ich möchte sagen, »ahypothetischen« Behandlungsweise des umfassenden Stoffes sind. Wenn man z. B. S. 95 sieht, daß wir scharf zu unterscheiden haben zwischen »äußeren Unterschieden« und »den mendelnden Grundunterschieden, d. h. Unterschiede im Idioplasma . . «, so ist dies ja wiederum ganz richtig — aber eben nur ein Spezialfall, ad hoc erwähnt. Das hier vorliegende Allgemeine, ein Hauptergebnis der gesamten modernen Vererbungsforschung, ist ja doch jetzt allgemein anerkannt als Unterschied zwischen den Begriffen Phänotypus und Genotypus, also Erscheinungstypus und Reaktionstypus.

Ähnliche ad hoc-Pointierungen völlig klarer und wichtiger Fragmente — aber eben nur Fragmente — der modernen generellen Auffassung von den Vererbungserscheinungen treffen wir hier und da, z. B. S. 10, wo ein Unterschied zwischen Mutation und Modifikation nur erwähnt wird. Ist dies vielleicht bewußte Pädagogik?

Es ist unmöglich, die zahlreichen interessanten Angaben und neuen Gedanken, die im Buche magasiniert sind, hier im speziellen zu enumerieren. Das Buch ist meiner Meinung nach unbedingt die beste und zuverlässigste Einführung, jedenfalls in deutscher Sprache, in die Vererbungswissenschaft; es ist nämlich nicht nur eine Einführung, es ist ein Führer, ganz auf eigenen Füßen stehend, reiche Erfahrung und hohe Intelligenz vereinigend und von internationaler Forschung gesättigt. Die moderne Erblichkeitsforschung ist überhaupt par excellence eine Frucht internationaler Zusammenwirkung wissenschaftlicher Kräfte.

Möge diese Zusammenwirkung stets bestehen!

W. Johannsen.

Kappert, H., Untersuchungen an Mark-, Kneifel- und Zuckererbsen und ihren Bastarden.

Dissertation. Berlin. 1914. Gebr. Borntråger.

Die glattschaligen Kneifelerbsen unterscheiden sich von den runzeligen Markerbsen auch durch die Gestalt ihrer Stärkekörner. Die der Kneifelerbsen sind länglich bohnenförmig glatt, bisweilen mit einem Längsspalt, während die Markerbsen rundliche, zerklüftete Stärkekörner haben. Es handelt sich aber bei der Markerbsenstärke nicht um zusammen-

gesetzte Stärkekörner, sondern um Körner mit einem Bildungszentrum, die während des Reifungsprozesses durch die Wirkung der Diastase und das Eindringen von Plasma in die Radialspalten später ein zusammengesetztes Korn vortäuschen können. Auf diesen Abbau durch Diastase ist möglicherweise auch der größere Zuckergehalt der Markerbsen zurückzuführen.

Entgegen den Beobachtungen Darbishires fand der Verf., daß in den Bastarden der Mark- und Kneifelerbsen in der F_1-Generation sich Stärke findet, die intermediär derjenigen der beiden Eltern ist, aber mehr der Kneifelstärke zuneigt, ganz gleich, ob die Kneifelerbse ♂ oder ♀ war. In der F_2-Generation finden sich glatte und runzelige Erbsen in derselben Hülse und das Merkmal glatt dominiert. Wie verhält sich nun das Stärkemerkmal? Die runzeligen F_2-Samen haben stets stark zerklüftete Stärkekörner wie die Markerbsen. Bei den glatten Samen ist kein deutlicher Unterschied zwischen den Homo- und Heterozygoten, da sich alle Übergänge zwischen der intermediären Form und der reinen Kneifelstärke finden. Allgemein tritt in der F_2-Generation bei der Stärke das Merkmal des Markerbsenelters mehr hervor als in F_1.

Das Runzeligwerden der Markerbsen beruht auf einer größeren Wasserabgabe während des Reifeprozesses, dem die Schrumpfung der Samenschale in tangentialer Richtung nicht entspricht. Da die runzeligen Nachkommen der Bastarde auch in späteren Generationen Markerbsenstärke haben, so ist zu erwägen, ob die beiden Faktoren: Wasserverlust und spezifische Gestalt der Stärke in einem ursächlichen Zusammenhang zueinander stehen, also wohl auf chemischem Gebiet zu suchen wären. Die zu diesem Zwecke ausgeführten Analysen beantworten diese Frage keinenfalls im positiven Sinn, somit ist anzunehmen, daß wohl zwischen dem Gehalt des Samens an löslichen Kohlehydraten und dem Aussehen der Stärkekörner ein ursächlicher Zusammenhang besteht, nicht aber zwischen diesen Merkmalen und dem höheren Wassergehalt resp. Wasserverlust der Markerbsen.

Der Ref. möchte an dieser Stelle eine Beobachtung einschalten, die freilich nur in einem losen Zusammenhang mit der Arbeit steht. Pfingsten 1915 legte der Ref. gleichzeitig ein großes Beet Kneifel- und eins mit Markerbsen. Es folgte dann eine lange Zeit der Dürre, so daß auf beiden Beeten nur ganz vereinzelte Samen aufgingen. Ende Juni kam der erste durchdringende Regen. Das Kneifelerbsenbeet lief alsdann bald fast lückenlos auf, während die Markerbsen fast drei Wochen später noch nicht gekommen waren. Daß die Ursache hiervon nicht in der Qualiät des Saatgutes zu suchen war, geht daraus hervor, daß ein kurz vor dem Regen angelegtes Markerbsenbeet desselben

Saatgutes lückenlos auflief. Es müssen also wohl tief eingreifende physiologische Vorgänge die Wasseraufnahme und Abgabe der Markerbsen bedingen. R. Stoppel.

Klebahn, H., Formen, Mutationen und Kreuzungen bei einigen Önotheren aus der Lüneburger Heide.

Jahrb. d. Hamburg. wiss. Anstalten. 1914. **31.** 3. Beiheft. 64 S., 11 Taf.

Der Verf. hat einige Önotheren aus der Nähe von Bevensen in der Lüneburger Heide in Kultur genommen. Er identifiziert drei davon mit Typen, die de Vries beschrieben hat, mit Oenothera biennis, O. biennis sulfurea (blaßgelb) und O. biennis cruciata (mit schmallinealen, grün gestreiften Kronblätttern). Die vierte Form scheint dem Kreis der O. muricata zuzugehören, entspricht aber keinem der bis jetzt beschriebenen Typen ganz und wird vom Verf. als O. rubricaulis bezeichnet. Bei Selbstbestäubung erwiesen sich O. biennis sulfurea und O. rubricaulis bis zur zweiten Generation als ganz konstant. Auch die normale O. biennis brachte ganz vorwiegend gleichförmige Nachkommenschaft und ganz vereinzelt, als »Mutanten«, in verschiedenen Stämmen die sulfurea-Form hervor. Bei den Nachkommen des cruciata-Typus zeigte sich in der Gestaltung der Kronblätter sehr weitgehende Variabilität; in einem Individuum erschien die blasse sulfurea-Farbe mit dem cruciata-Merkmal kombiniert. Diese Form O. biennis cruciata sulfurea wurde auch sonst aus einem häufiger spaltenden, wohl hybriden normalblütigen Stamm erhalten und blieb bei Selbstbestäubung konstant. Als weitere »Mutation« wurde einmal eine durch rotgestreiften Kelch ausgezeichnete Form, O. biennis rubricalyx, erhalten.

Die gefundenen Formen wurden untereinander gekreuzt mit folgendem Ergebnis:

O. biennis $\times$ O. biennis cruciata war in F_1 ganz normalblütig. In F_2 erfolgte Aufspaltung in normalblütige und cruciate Typen, unter Vorwiegen des cruciata-Typus; das ist auffallend, weil der Normaltypus in F_1 dominiert. Die fluktuierende Variabilität in der Ausbildung der Kronblätter war so stark, daß die Unterscheidung cruciater und vollkommen normaler Individuen Schwierigkeit machte. Der Verf. ist der Überzeugung, daß die Vererbung des cruciata-Merkmals dem Mendelschen Schema nicht folgt.

Bei der Kreuzung O. biennis cruciata $\times$ biennis ist schon die F_1-Generation zweiförmig; die Mehrzahl der Individuen ist wieder normalblütig, vereinzelte Pflanzen sind cruciat. In F_2 reproduzieren die beiderlei Stämme teils nur sich selbst, teils spalten sie in normalblütig und cruciat.

O. biennis $\times$ rubricaulis gleicht ganz und gar der biennis und bleibt auch in F_2 konstant.

O. rubricaulis $\times$ biennis gleicht ganz der rubricaulis, auch in F_2.

O. biennis cruciata $\times$ rubricaulis schlägt wieder nach der biennis, doch meist mit Unterdrückung des cruciata-Merkmals; cruciate Individuen sind in F_1 selten. In F_2 spalten die normalblütigen Stämme in normal und cruciat, die cruciaten Siämme haben nur ebensolche Nachkommenschaft; die Charaktere der O. rubricaulis bleiben unterdrückt.

O. rubricaulis $\times$ biennis cruciata gibt in F_1 typische rubricaulis, in F_2 zur Hauptsache ebenso; nur ein Individuum verband die Charaktere der O. rubricaulis mit dem cruciata-Merkmal.

An all diesen Kreuzungen, bei denen O. rubricaulis beteiligt ist, überrascht die ausgeprägte Matroklinie. Die Bastarde zwischen O. biennis und O. muricata sind ja umgekehrt stark patroklin. Der Verf. weist darauf hin, daß sein Befund mit der de Vriesschen Hypothese der Heterogamie im Widerspruch steht. Wenn die Charaktere der O. biennis wirklich, wie de Vries annimmt, nur durch den Pollen vererbt werden sollten, nicht durch die Eizellen, dann müßte dieses Verhalten natürlich für alle Kreuzungen in gleicher Weise gelten, während in Wirklichkeit der Pollen der O. biennis gegenüber den Eizellen der O. muricata eine ganz andere Wirkung hat als gegenüber denen der O. rubricaulis.

Bildungsabweichungen, nämlich Verbänderung, Trikotylie, Ascidienbildung, abweichende Zahl der Blütenglieder, kamen nicht selten vor.

O. Renner.

Meyer, J., Die Crataegomespili von Bronvaux.

Zeitschr. f. indukt. Abstammungs- u. Vererbungslehre. 1915. **13,** 193—233.

Wie der Cytisus Adami durch Buder (vgl. diese Zeitschr. **4,** 430), so sind nun auch die Crataegomespili von Bronvaux durch den Verf. der vorliegenden Arbeit nach den durch die Lösung des Pfropfbastardproblems neugewonnenen Gesichtspunkten morphologisch und anatomisch untersucht worden. Bekanntlich sind zwei Formen von Crataegomespilis in Kultur, Crataegomespilus Asnièresii und Cr. Dardari. Beide sind, wie schon mehrfach vermutet wurde und durch Untersuchungen des Verf.s sichergestellt wird, Periklinalchimären mit einem Gewebeinneren von Crataegus monogyna, das bei Cr. Asnièresii von einer, bei Cr. Dardari von zwei Schichten Mespilus germanica überzogen wird.

Verf. bespricht zunächst an der Hand erläuternder Abbildungen die äußere Gestaltung der Pfropfbastarde und zeigt, daß Cr. Asnièresii in der Hauptsache dem Weißdorn ähnlich ist und nur einige wenige

Anklänge an die Mispel aufweist, während der morphologische Aufbau des Cr. Dardari im wesentlichen mit dem der Mispel übereinstimmt; die wichtigsten Unterschiede zwischen dem letztgenannten Bastard und dem Mispelelter bestehen darin, daß der Bastard Dornen besitzt, und daß seine Blüten in Doldentrauben angeordnet sind wie beim Weißdorn, während die Blüten der Mispel bekanntlich einzeln in den Blattachseln stehen.

Die eingehendere anatomische Untersuchung, deren Ziel es war, den Aufbau der Bastarde aus den Geweben der beiden Elterarten im einzelnen darzulegen, stieß insofern auf gewisse Schwierigkeiten, als die beiden Komponenten der Chimären sich in anatomischer und histologischer Hinsicht sehr wenig voneinander unterscheiden. Die diploide Chromosomenzahl beträgt in den Kernen beider Stammarten je 32. Aber trotz dieser numerischen Gleichheit der Chromosomen ließen sich die Kerne von Mespilus und Crataegus in gewissen Stadien der Prophase doch voneinander an der Form der Chromosomen unterscheiden, die bei dem Weißdorn kurz und dick, bei der Mispel länger und schmäler sind. Dies sowie die Verteilungsweise des Anthocyans in den peripheren Gewebeschichten, — der Bau des Holzkörpers, in dem bei den Crataegomespilis wie bei Crataegus selbst die für die Mispel charakteristischen spiralig verdickten Elemente fehlen, — der Bau des Blattstieles, des Fruchtknotens und der Frucht lieferten dem Verf. die Merkmale, auf Grund deren er die obenerwähnte Deutung der Crataegomespili als Periklinalchimären mit Sicherheit aussprechen konnte.

Es folgen noch Angaben über Rückschläge und ihre mutmaßliche Entstehung, wobei ein interessanter Zweig beschrieben und abgebildet wird, der an Crataegomespilus Dardari im Hamburger botanischen Garten spontan auftrat, und der eine Sektorialchimäre von Crataegomespilus Asnièresii und Crataegus monogyna darstellt.

Endlich wird noch kurz hingewiesen auf die in Lagrange bei Saujon (in Südwestfrankreich) neuerdings entstandenen Crataegomespili, über die bisher nur ein kurzer Bericht von Daniel vorliegt. Auf diesem fußend und auf einigen Photographien, die Ref. von Daniel erhalten hat, vermutet Verf., daß auch die Crataegomespili von Lagrange Periklinalchimären sind, deren geringe Abweichungen von den Crataegomespilis von Bronvaux darauf beruhen mögen, daß der Weißdornelter eine andere Form des so vielgestaltigen Crataegus monogyna war. Ref. hat übrigens vor dem Kriege einige Reiser dieser Crataegomespili von Daniel bekommen, von denen sich zwei durch Pfropfen auf Crataegus haben erhalten und im Hamburger Garten kultivieren lassen, so daß später eine genauere anatomische und morphologische Untersuchung möglich sein wird.

Aufgefallen ist dem Ref., daß Verf. die Crataegomespili von Bronvaux zwar mit ihren Eltern genau vergleicht, nicht aber mit dem seit langem bekannten vermeintlichen sexuellen Bastard zwischen Mespilus germanica und Crataegus monogyna, über den Gillot und Poiret ziemlich eingehende anatomische Untersuchungen veröffentlicht haben. Es wäre in verschiedener Hinsicht von Interesse, den Bau des sexuellen Bastards mit dem des Pfropfbastards zu vergleichen, was bei den andern bis jetzt bekannten Pfropfbastarden nicht möglich ist, da sich deren Eltern sexuell nicht kreuzen lassen. Es ist daher mit Freuden zu begrüßen, daß Verf. sich auf Anregung des Ref. entschlossen hat, diese Vergleichung noch durchzuführen.

Hans Winkler.

Snow, L. M., Contributions to the knowledge of the diaphragms of water plants. I. Scirpus validus.

Bot. Gaz. 1914. **58**, 495—517. 16 Fig.

Verf. bringt eine Darstellung der Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Diaphragmen in den Halmen von Scirpus validus, ferner eine Übersicht über die in der Literatur vorhandenen Angaben über Vorkommen und Beschaffenheit der Diaphragmen bei Sumpf- und Wasserpflanzen überhaupt. Scirpus validus besitzt in älteren Halmen Diaphragmen, die wohl sämtlich von querverlaufenden Gefäßbündeln durchzogen werden. Um diese Bündel sind sie mehrschichtig, sonst in größerer Ausdehnung einschichtig; ihre Zellen sind gestreckt und liegen in Gruppen von meist vier (zwei bis fünf) nebeneinander; jede Zellgruppe geht aus einer Mutterzelle hervor. Kleine perlschnurartig in den Wänden gereihte Interzellularen durchsetzen die Diaphragmen, dienen der Gasbewegung, verhindern aber infolge ihrer geringen Öffnung das Eindringen von Wasser in die Luftgänge bei Verletzung der Halme. Außer diesen Funktionen schreibt Verf. den Diaphragmen noch die Rolle zu, die Luftgänge offen zu halten, die Gefäßbündel zu stützen, im jugendlichen chlorophyllführenden Zustand Kohlehydrate zu bilden und endlich auch Substanzen zn speichern. In den Diaphragmen treten nämlich reichlich Tannin-haltige Zellen auf, ebenso im Stengelparenchym. Verf. bezeichnet diese als »food storage cells«, ohne aber den Nachweis zu bringen, daß ihr Inhalt im Stoffwechsel wieder Verwendung findet. Offenbar handelt es sich um eine ähnliche Art von Sekretzellen, die in vielen anderen Wasserpflanzen auftreten und von Raciborski als Myriophyllinzellen bezeichnet werden. Außer Einzelangaben bietet die Arbeit wenig wesentlich Neues.

H. Schenck.

Lieske, R., Beiträge zur Kenntnis der Ernährungsphysiologie extrem atmosphärischer Epiphyten.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1915. (Pfefferfestschrift.) **56,** 112—122.

Verf. hat im botanischen Garten zu Rio de Janeiro einige Versuche angestellt mit epiphytischen Epidendrum-Pflanzen und mit Tillandsia usneoides, stricta und recurvata, um die Frage zu lösen, ob die Luftwurzeln der Orchideen und die Schuppen der Tillandsien imstande sind, den Wasserdampf der Atmosphäre zu kondensieren oder nicht. Frei im Garten aufgehängte Exemplare dieser Pflanzen, denen hier tropfbarflüssiges Wasser in Form von Regen und Tau zur Verfügung stand, wuchsen weiter, während die Exemplare, die im Laboratorium in einer Atmosphäre von 80 bis 100% Wassergehalt hingen, fortgesetzt Verminderung ihres Wassergehaltes erfuhren und nach einigen Wochen ganz vertrocknet waren. Diese Epiphyten sind also nicht befähigt, den Wasserdampf der Atmosphäre sich nutzbar zu machen, sondern sind, wie man bisher ja auch schon annahm, abhängig von Regen und Tau. Für Tillandsia usneoides sind nach Verf. die täglichen Morgennebel in Rio von großer Bedeutung. Die feinen Wassertröpfchen werden von den Schuppen aufgesogen und bieten der Pflanze reichliche Wassermengen. Diese Angabe stimmt durchaus mit Beobachtungen des Ref. im trockenen Kakteengebiet des mexikanischen Hochlandes in der Sierra de Mixteca, wo die Tillandsien frühmorgens vom nächtlichen Tau naß waren. Sie sind dank ihrer Gestalt in hervorragendem Maße befähigt, als Taufänger zu fungieren.

Verf. bringt ferner einige Aschenanalysen von Tillandsia usneoides und stricta, die beide in ihrer Nahrungsaufnahme gänzlich unabhängig vom Substrat sind. Die vorher sorgfältig von Staub gereinigten Pflanzen hatten einen Aschengehalt von ca. 3 %, einen Wassergehalt von ca. 60%. Frühere Analysen, die Reiche für T. usneoides mitgeteilt hatte, wiesen einen hohen Gehalt der Asche an SiO_2 und Al_2O_3 auf. Lieske fand bedeutend weniger davon und glaubt, daß die von Reiche gefundenen Zahlen bedingt seien durch den an den Pflanzen anhaftenden Staub. Da nun die unter den Schuppen sitzenden Staubteilchen sich niemals ganz entfernen lassen, so haben auch die Analysen von Lieske nur bedingten Wert. Er folgert aber aus ihnen, daß die Blätter der Tillandsien dasselbe Elektionsvermögen für Mineralsalze haben, wie die Wurzeln terrestrischer Pflanzen. Es sei nicht ausgeschlossen, daß die Blätter Stoffe ausscheiden, die imstande sind, gewisse Bestandteile des von den Schuppen festgehaltenen Mineralstaubes der Luft zu lösen.

H. Schenck.

Löffler, B., Entwicklungsgeschichtliche und vergleichend anatomische Untersuchung des Stammes und der Uhrfederranken von Bauhinia (Phanera) Spec. Ein Beitrag zur Kenntnis der rankenden Lianen.

Denkschr. d. math.-naturw. Klasse d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien. 1914. **91,** 17 Seiten, 3 Taf.

Zur Untersuchnng diente Material, das Prof. Heinricher aus Buitenzorg mitgebracht hatte. Die sorgfältige Studie gibt eine vergleichende Darstellung des Baues der kletternden Langtriebe und der Ranken. Im jungen Langtriebe ist rasche Ausbildung einer biegungsfesten Konstruktion erforderlich, die von dem peripherisch gelegenen doppelten Ring mechanisch wirksamer Elemente geliefert wird, nämlich erstens von dem zum Perizykel gehörigen Skleremchymring, der anfangs homogen aus Fasern besteht, nach seiner Sprengung aber zu einem mit Steinzellen gemischten Ring wird, und zweitens von dem festgefügten axialen Holzring, der ja für die meisten Lianenstämme charakteristisch ist. In dem befestigten Lianenstamm wird mit der Ausbildung des lockeren, porösen, periaxialen Holzes und durch die Zerklüftung dieses Holzes und auch des axialen die biegungsfeste Konstruktion in eine zugfeste und torsionsfähige umgewandelt, während andererseits die Ranke unter völligem Dominieren der mechanischen Elemente über die trachealen zu einem kräftigen Klammerorgan mit massivem festgefügten und dichten Holzkörper sich ausgestaltet.

Die junge noch gerade, im oberen Teil abgeplattet und dorsiventral gebaute Ranke zeigt im einzelnen noch eine ähnliche Differenzierung der Gewebe wie der junge Klettersproß. Nach der Einrollung der Ranke erscheinen alle Elemente, besonders die des Holzkörpers, an der Spiralaußenseite rasch ausgereift, während sie an der reizbaren Spiralinnenseite nur zart angelegt und jugendlich geblieben sind. Die primäre Einkrümmung kommt zustande durch stärkere Streckung der Elemente an der Außenseite. Die Umklammerung von Stützen erfolgt nun nach Verf. in der Weise, daß der an der Innenseite infolge des Kontaktreizes sich ausbildende Holzkörper sich stark zusammenziehe; der Holzkörper funktioniere als Bewegungsgewebe. Die Ranken erfahren an ihrer Innenseite eine ungemein starke sekundäre Verdickung infolge des Kontaktreizes. Alte starke Ranken wiesen einen Durchmesser von 1,9 cm senkrecht zur Einrollungsebene, von 1,5 cm senkrecht zur Abplattung auf; daß sind sehr extreme Maße für eine Ranke.

Die Bauhiniastämme zeichnen sich bekanntlich durch eine sehr weitgehende Zerklüftung ihres periaxialen Holzes aus. Diese nimmt

ihren Ausgang von den unverholzten Parenchymbändern. Bei der vom Verf. untersuchten Art findet aber auch im Gegensatz zu anderen Arten eine Sprengung des festen, auf dem Querschnitt kreuzförmigen axialen Holzringes statt. Die noch strittige Frage nach dem Ausgangspunkt und dem Hergang der Zerklüftung solchen festgefügten axialen Holzes konnte Verf. lösen. Das Ergebnis ist bemerkenswert; die Sprengung geht vom unverholzten Mark aus, dessen peripherische Zellen sich zu strecken und zu teilen beginnen und so die sprengenden Kräfte liefern. H. Schenck.

Gertz, O., Über die Schutzmittel einiger Pflanzen gegen schmarotzende Cuscuta.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1915. (Pfefferfestschrift.) **56**, 123—154.

Verf. hat beachtenswerte Kulturversuche mit Cuscuta Gronovii Willd. auf einer größeren Anzahl verschiedenartiger Nährpflanzen angestellt, um die Frage zu prüfen, ob Schutzmittel gegen Cuscuta-Parasitismus sich nachweisen lassen. In der Diskussion seiner Befunde bespricht er auch die früheren Versuche von Peirce und von Mirande.

Zunächst ist hervorzuheben, daß die Cuscuta-Arten untereinander mancherlei Verschiedenheiten im Verhalten aufweisen, daß also aus dem Befund an einer Art nicht ohne weiteres auf das Verhalten der übrigen geschlossen werden kann. Ferner spielt auch das Alter und der Vitalitätsgrad der Cuscuta-Sprosse eine Rolle; es ist erforderlich, völlig entwickelte und kräftig vegetierende Pflanzen für die Versuche auszuwählen.

Aus den zahlreichen Versuchen des Verf.s geht hervor, daß mehrere in der Organisation gegründete Eigentümlichkeiten als Schutzeinrichtungen gegen Cuscuta zu betrachten sind. Die Schädigungen, die Cuscuta durch solche Schutzmittel erleidet, zeigten sich graduell verschieden, in einer mehr oder weniger reichlichen Chlorophyllproduktion und in einer Hemmung des Wachstums, die in extremen Fällen auch eine hochgradige Hemmung der Blütenbildung und schließlich die totale Kollabeszenz des Parasiten zur Folge hatte. Die in Betracht kommenden Schutzmittel sind von heterogener Natur: »Ein rein mechanisches Moment machte sich bei den Zweigen von Quercus, den Blättern von Picea und Pinus geltend, sowie vielleicht auch bei der Infloreszenzachse von Digitalis, wo sklerenchymatisch gebaute Zellen und im übrigen Elemente mit kräftiger Membranverdickung einen hemmenden Einfluß auf das Eindringen der Haustorien ausübten. Die große Bedeutung eines hohen Aziditätsgrades, welche besonders bei Begonia und Oxalis studiert worden

ist, dürfte auf einen Einfluß der ausgeprägten Giftigkeit des Wasserstoffsions zurückgeführt werden. Dem Milchsaft (Euphorbia und vielleicht auch Papaver), den Alkaloiden (Datura, wahrscheinlich auch Hyoscyamus) und im übrigen verschiedenen Substanzen mit giftigen Eigenschaften (Tropaeolum, Cleome) ist auf dieselbe Weise eine analoge prophylaktische Funktion zuzuschreiben. Ein Einfluß von ätherischen Ölen wurde speziell im Versuche mit Elsholtzia gefunden, wo das Resultat mit den direkt angestellten Versuchen über die Giftwirkung ätherischer Ölexhalationen übereinstimmte.«

Im besonderen sei noch hervorgehoben, daß Verf. unter den Gifte enthaltenden Nährpflanzen bei Datura die kräftigste Giftwirkung fand. Unmittelbar nach ein oder zwei Windungen hörte das Wachstum auf, die Cuscuta Gronovii-Sprosse wurden merkbar grün und dünn; Haustorien kamen nur in geringer Anzahl und wie es schien mit großer Schwierigkeit zur Entwicklung. Die Schädlichkeit der Wirtspflanze führt Verf. auf ihren Alkaloidgehalt (Atropin und Hyoscyamin) zurück. Andererseits hatte Mirande eine üppige Vegetation von Cuscuta japonica auf Datura-Arten erzielt, woraus Verf. folgert, daß die spezifische Empfindlichkeit der Cuscuta-Arten gegen schädliche Eigenschaften gewisser Wirtspflanzen eine verschiedene ist.

Jedenfalls erfordert die Frage zu ihrer allseitig befriedigenden Lösung noch weitere Versuche in der vom Verf. eingeschlagenen Richtung.

H. Schenck.

Schilling, E., Über hypertrophische und hyperplastische Gewebewucherungen an Sproßachsen, verursacht durch Paraffine.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1915. **55**, 177—258.

Des Verf.s Studien knüpfen an eine Beobachtung Wisniewskis an (1910), nach welcher es durch Bestreichen mit flüssigem Paraffin an Zweigen von Ficus australis und F. elastica gelingt, lokale hyperhydrische Gewebewucherungen zu erzeugen. Verf. hat Wisniewskis Experiment an zahlreichen Gewächsen wiederholt und an ihnen nicht selten sehr stattliche Gewebewucherungen zustande kommen sehen. Diese entsprechen ätiologisch und histologisch den bereits bekannten Formen hyperhydrischer Gewebe (Lentizellen- und Rindenwucherungen, Intumeszenzen): sie werden gleich diesen, wie Verf. wahrscheinlich macht, durch Transpirationshemmung verursacht und kommen durch vornehmlich radiales Wachstum der beteiligten Zellen zustande. Zuerst entstehen die bekannten Lentizellenwucherungen, die allmählich

zu Rindenwucherungen werden und bis zum Holzkörper sich ausdehnen können, wie es auch ohne Paraffinbehandlung an manchen Objekten unter der Einwirkung feuchter Luft geschieht (Ribes). Die Neubildungen haben selten rein hypertrophischen Charakter; in der Mehrzahl der Fälle kommen sie durch Hyperplasie zustande. Alle Zellenarten der Rinde, auch die Elemente des Kollenchyms können Teilungen erfahren.

Verf. beschreibt eingehend seine Befunde und macht dabei mit vielen beachtenswerten Einzelheiten bekannt. Bei Clerodendron Bungei verändern die Zellwände der hyperhydrischen Wucherungen ihren mikrochemischen Charakter; mit Chlorzinkjod färben sie sich nicht mehr blau, sondern braun.

Reversibel bis zu einem gewissen Grad sind die bei Aesculus beobachteten Zellenveränderungen: die abnorm gestreckten Zellen zerlegen sich durch Querwände in Tochterzellen von normalen Dimensionen und füllen sich mit Stärke, ihr Chlorophyllgehalt nimmt wieder zu.

Bei Syringa Emodi verhalten sich nicht alle Anteile der Rinde gleich: normale Zellenlagen wechseln mit Schichten, deren Zellen abnormes Wachstum erfahren haben.

In den Wucherungen ein- und zweijähriger Zweige von Artocarpus incisa findet Verf. steinzellenartige Elemente; normalerweise treten diese erst in der Grundgewebsrinde drei- oder mehrjähriger Zweige auf. Verf. spricht daher von einer durch die Paraffinbehandlung herbeigeführten Entwicklungsbeschleunigung.

Unter dem Einfluß der Paraffinbedeckung und der Paraffinfüllung der Interzellularen starben in dem behandelten Gewebe hier und da einzelne Zellen ab. Manche der vom Verf. beobachteten Erscheinungen sind vermutlich auf die Wirkung der lokalen Nekrosen zurückzuführen.

Küster.

Graebner, P., Synopsis der mitteleuropäischen Flora.

88. Lief. Engelmann, Leipzig. 1915.

Enthält — entgegen der falschen Inhaltsangabe auf dem Titelblatt — den Schluß von Phytolacca, den Thellung bearbeitet hat, die Aizoaceae, Portulacaccae, Basellaceae und den Anfang der Caryophyllaceae-Alsinoideae. Die Aufzählung vieler südafrikanischen Mesembrianthemum-Arten nimmt in einer Synopsis der mitteleuropäischen Flora einen unverhältnismäßig weiten Raum ein; die Arbeit Obersteins über die Blattanatomie dieser Gattung hätte Erwähnung verdient. Bedauerlicherweise finden sich in dieser Lieferung mehrere unrichtige Angaben über die Betonung von Familien- und Tribusnamen.

Pax.

Hegi, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa.

6. Bd. 7. u. 36. Lief. Lehmanns Verlag, München. 1915.

Die genannten Lieferungen bringen einmal die Fortsetzung der Cruciferae, dann den Schluß der Caprifoliaceae, die Adoxaceae, Valerianaceae und Dipsacaceae. Wiederum hat Thellung in ausgezeichneter Bearbeitung wohl alles zusammengetragen, was für die Gattungen Biscutella, Iberis, Aethionema, Petrocallis, Thlaspi, Cochlearia und Kernera von Interesse ist. In diesem Teile bedeutet das Buch in der Tat ein unentbehrliches Nachschlagewerk und zuverlässigen Führer für den Floristen. Die Ansicht Krauses, daß alle Cruciferae nur eine einzige Gattung (Crucifera) bilden, wird wohl kaum ernst genommen werden können; daher hätte Thellung sich vielleicht mit einem einzigen Hinweis auf die Arbeit Krauses begnügen können, ohne jedesmal die recht überflüssige Nomenklatur dieses Forschers zu erwähnen. Wesentlich kürzer behandelt Hayek die oben erwähnten Familien der Sympetalen. Die Angabe, daß Valeriana saxatilis in den Ostkarpathen vorkommt, ist falsch. Pax.

Schlechter, R., Die Orchideen, ihre Beschreibung, Kultur und Züchtung.

Lief. 5—10. P. Parey, Berlin. 1915.

Das schöne Werk, dessen erste vier Lieferungen schon früher besprochen wurden, liegt nun vollendet vor. Den größten Teil beansprucht naturgemäß die systematische Aufzählung der einzelnen Sippen aus der Feder von Schlechter selbst; er beschreibt unter Hervorhebung der wichtigsten Arten 497 Gattungen.

Die übrigen Abschnitte bilden mehr einen Anhang dazu, geben aber dem Züchter und wissenschaftlich vorgebildeten Gärtner wichtige Hinweise und vielfache Belehrung für seine Arbeit. In diesem Sinne ist das kurze von Schlechter selbst verfaßte Kapitel über das Klima der Heimatländer zu bewerten. Für andere Abschnitte ist es dem Verf. gelungen, hervorragende Fachleute als Mitarbeiter zu gewinnen, so Obergärtner A. Malmquist in Herrenhausen, der die Einfuhr und Kultur der Orchideen schildert, und Oberhofgärtner Jancke in Berlin, dem wir zwei Kapitel über die Hybriden und die Anzucht aus Samen verdanken. O. Beyrodt in Berlin hat seine reichen Erfahrungen über Schnittblumenkultur und den Bau von Orchideenhäusern niedergelegt, und Prof. Lindau ist der Verf. des Kapitels über Schädlinge und Krankheiten und deren Bekämpfung. So wird das Buch ohne Zweifel auch über den Kreis hinaus, für den es bestimmt ist, Nutzen schaffen.

Pax.

Mottier, D. M., Beobachtungen über einige Farnprothallien mit Bezug auf eingebettete Antheridien und Apogamie.

Jahrb. f. wiss. Bot. (Pfefferfestschrift.) 1915. **56**, 65—83. 3 Fig.

Unter Leitung des Verf.s hat im Jahre 1908 Black nachgewiesen, daß unter bestimmten Versuchsbedingungen in den Prothallien von Dryopteris stipularis und mollis eingentümliche ins Gewebe »eingesenkte« Antheridien neben normal orientierten sich zeigen können. Verf. prüfte jetzt diese Angaben bezüglich ihrer Bedingtheit durch äußere Faktoren nach und kam zu dem Ergebnisse, daß sie auch unabhängig von den bei Black gewählten auftreten. »Innere« Ursachen, vor allem das Alter der Prothallien, dürften für das Auftreten dieser eingebetteten Antheridien charakteristisch sein.

Nun hat Yamanouchi in einer viel beachteten Arbeit bei Dryopteris mollis die Möglichkeit von apogam entstandenen Embryonen zu erweisen gesucht. Verf. prüfte genau auch die Angaben des japanischen Cytologen nach, meint aber, daß Yamanouchi einem Irrtum zum Opfer gefallen sei. Die Anfangsstadien, welche Yamanouchi für seine apogamen Sporophyten gibt, stimmen in keiner Weise mit den sonst in der Literatur beschriebenen überein. Die sehr eingehenden Studien des Verf.s an Dryopteris stipularis und mollis sowie an Matteuccia Struthiopteris zeigten vielmehr, daß auch unter den von Yamanouchi gewählten Versuchsbedingungen (relative Trockenheit bei Züchtung in direktem Sonnenlicht und Ausschluß der Befruchtung) niemals ein Embryo apogam entstand. Teratologische Erscheinungen an älteren Prothallien wurden zwar mehrfach gesehen, aber kaum eine, die Yamanouchis Resultat erklären könnte. Es wird von Interesse sein, dessen Antwort auf des Verf.s Arbeit zu hören. G. Tischler.

Györffy, J., Beiträge zur Histologie einiger interessanter exotischer Moose I.

Ann. du Jardin Bot. de Buitenzorg. 1915. **14**, 36—51, mit Taf. VI—VII. 2. ser.

Die Arbeit befaßt sich mit dem interessanten, durch Goebel bekannt gewordenen Laubmoos Ephemeropsis tjibodensis Goeb. Sporogone wurden durch Fleischer später beschrieben. Verf. schildert einige anatomische Einzelheiten des Sporogons, die die Fleischerschen Angaben ergänzen. Erwähnenswert sind die phaneroporen Spaltöffnungen am Sporogon, während fast alle übrigen Laubmoose kryptopore Spaltöffnungen besitzen. Verf. erblickt darin »eine hochgradige Anpassung an das Luftleben«. K. Müller (Augustenberg).

Kniep, H., Über die Assimilation und Atmung der Meeresalgen.

Internationale Revue der Hydrobiologie und Hydrographie. 1914. **7,** 1—38. Mit 1 Textfig.

Über den Stoffwechsel des Meeres ist in den letzten Jahren mancherlei veröffentlicht worden, ohne daß eine experimentelle Prüfung der einschlägigen Fragen wegen der Schwierigkeiten der Kultur in Angriff genommen wurde. Verf. ist der Ansicht, daß die »Planktonpflanzen im Stoffhaushalt des Meeres keineswegs die ausschließliche Rolle spielen, die ihnen Brandt u. a. zuschreiben möchten. Das Benthos ist ohne Zweifel ein Faktor, dessen Anteil an der Gesamtproduktion des Meeres berücksichtigt werden muß, in kleineren Meeresabschnitten ist es sogar gut möglich, daß ihm eine ganz überwiegende Rolle als Nahrungsquelle zufällt.« Da die Meeresalgen unter Bedingungen leben, die von denen der Land- und Süßwasserpflanzen erheblich abweichen — bei einem Salzgehalt von 3,5 % beträgt z. B. der osmotische Druck 23 Atmosphären —, so muß jede Untersuchung, die sich mit den quantitativen Verhältnissen des Gasaustausches bei den Meeresalgen beschäftigt, für uns wertvoll sein.

Die Assimilationsbestimmung wurde in der Regel durch Messung des Kohlensäureverlustes im Versuchswasser nach der Methode von Tornöe ausgeführt. Als Versuchspflanzen mußten meist flächenförmige Algen verwandt werden, wodurch die Auswahl eine gewisse Beschränkung erlitt. Bei fünfstündiger Versuchsdauer und einer Algenfläche von 100 qcm ergaben die für Neapel gefundenen Werte, daß die Braunalgen Padina Pavonia und Asperococcus compressus am stärksten assimilierten, »die niedrigsten Werte ergaben sich für Ulva Lactuca, während Porphyra in der Mitte steht«. Doch hebt Verf. hervor, daß »bei anderen Temperaturen und anderen Lichtintensitäten Verschiebungen dieses Verhältnisses eintreten« könnten. Bei den Versuchen von Helgoland ergaben sich für Porphyra und Ulva Linza etwa gleiche Werte, für Laminaria saccharina dagegen niedrigere Werte. An zu starker Belichtung kann dies nicht gelegen haben, da auch bei erheblich schwächerem Licht das Verhältnis das gleiche blieb. Am stärksten von allen Versuchsalgen assimilierte Fucus serratus. Mit einem CO_2-Verbrauch von 22,49 mg pro 100 qcm während 5 Stunden steht er an der Spitze der ganzen Versuchsreihe, was sich auch nicht änderte, als der Versuch in schwächerem Lichte wiederholt wurde.

Versuche über Atmung der Meeresalgen sind schon früher gemacht worden, doch befanden sich die Versuchspflanzen dabei entweder in feuchter Luft oder die Wassermenge war so gering, daß vorzeitiger

Sauerstoffmangel eintrat. Die Atmungsgröße wurde durch Bestimmung des Sauerstoffverbrauchs nach der Methode von L. W. Winkler gemessen. Das Ergebnis war, daß trotz beträchtlicher Schwankungen der Atmungsgröße bei derselben Art »diejenigen Algen, die dünnlaubig sind (Ulva, Porphyra) oder deren Thallus infolge starker Verzweigung im Verhältnis zur Masse eine große Oberfläche hat (Plocamium, Gigartina), pro Trockengewichtseinheit eine höhere Atmungsgröße aufweisen als dicklaubige Formen, wie z. B. Laminaria, Polyides, Furcellaria, deren Oberfläche im Verhältnis zum Gewicht gering ist«. Die Bestimmung des Atmungskoëffizienten ergab im Gegensatz zu den Versuchen von Bonnier-Mangin und Kylin fast durchgängig einen Wert, der gleich 1 ist oder dieser Zahl sehr nahe kommt. Weiterhin werden einige Versuche mit Fucus serratus mitgeteilt, um die Atmungsgröße bei längerer Verdunklung zu bestimmen. Auch nach fünfmonatiger Versuchsdauer war die Atmung trotz langsamer Abnahme noch nicht zum Stillstand gekommen. An und für sich schon ziemlich schwach, war sie auf den fünften Teil ihres ursprünglichen Wertes herabgesetzt worden. Die Pflanzen müssen also »mit dem vorhandenen Material sehr haushälterisch umgehen«. Als die Beleuchtung wieder hergestellt wurde, zeigte sich trotz äußerlich völlig normalen Aussehens der Versuchspflanzen keine Wiederaufnahme der Assimilation, vielmehr eine gesteigerte Atmung. Verf. vermutet, daß bei den nordischen Algen die Assimilation in der Nähe des Nullpunktes noch verhältnismäßig sehr hoch, die Atmung dagegen sehr gering ist. Einige vom Verf. unternommene Versuche scheinen zu bestätigen, daß mit sinkender Temperatur der Quotient $\frac{\text{Assimilation}}{\text{Atmung}}$ sich vergrößert.

Am Schlusse kommt Verf. auf den auffallenden Mangel von Interzellularräumen bei den Meeresalgen zu sprechen, der vielleicht dadurch verständlich wird, daß der Stoffwechsel der Meeresalgen allem Anschein nach träger ist als der anderer Pflanzen und daß ihre Membran für Gase besonders durchlässig sein dürfte. Auf letzteres deuten wenigstens die Ergebnisse, die Wiesner und Molisch bei der Prüfung imbibierter pflanzlicher Zellhäute erhielten. P. Kuckuck.

Harder, R., Beiträge zur Kenntnis des Gaswechsels der Meeresalgen.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1915. (Pfeffer-Festschrift.) **56**, 254—298.

Verf. mußte die Atmungsversuche mit Meeresalgen am 31. Juli v. J. abbrechen, als er sie auf Helgoland gerade in vollen Gang gesetzt hatte. Da sie aber, z. T. auch in Kiel, schon 1911 begonnen waren

und die Ergebnisse in Würzburg einigermaßen abgeschlossen werden konnten, so lohnte ihre Veröffentlichung. Nach einer kurzen historischen Übersicht, die mit Garreaus Arbeiten vom Jahre 1851 beginnt und mit Knieps letzter Veröffentlichung (1914) endet, und einigen Angaben über die Methodik, die sich im wesentlichen an diejenige von Kniep anschließt, werden zuerst die allgemeinen Atmungsergebnisse besprochen, worauf eine Reihe spezieller Beobachtungen und zum Schluß die Protokolle folgen. Es sind gegen 50 Arten von Chlorophyceen, Phaeophyceen und Rhodophyceen, mit denen Verf. experimentiert hat. Fast ausnahmslos befanden sie sich im Stadium lebhaften Wachstums. Tabelle 1 zeigt, daß der ccm O_2-Verbrauch pro g Trockengewicht und Minute bei 43 Arten um das zwanzigfache, von 0,049 bis 0,0023 schwankte. Nur bei drei Algen war der Wert höher als 0,03 und noch bei zwölf niedriger als 0,01. Obgleich im allgemeinen derbfleischige und langsam wachsende Arten schwächer atmen, können diese Gesichtspunkte allein nicht maßgebend sein, denn Chorda tomentosa ist eine rasch wachsende Phaeospore, deren Oberfläche durch den Haarpelz enorm vergrößert ist, und atmet doch schwach. Auch zwischen Standort und Atmungsintensität ergibt die Tabelle keine sicheren Beziehungen. Die luftbedürftigen Oberflächenformen sollten stärker atmen. Daß dies meistens nicht zutrifft, liegt wohl daran, daß sie infolge der lebhaften Wasserbewegung auch besonders derb zu sein pflegen. Tabelle 2 gibt die Beziehungen zwischen Thallusoberfläche und Atmung bei flächenförmigen Algen. Hier zeigt sich deutlich, daß Arten, bei denen die Oberfläche im Verhältnis zum Gewicht der Flächeneinheit sehr groß ist, auch stark atmen. Doch macht Porphyra eine auffallende Ausnahme, die Verf. mit langsamem Wachstum erklären möchte. Bei Chondrus crispus treffen starker Gallertegehalt, langsames Wachstum und schwache Atmung zusammen. Die Laminarien atmen in der Wachstumsperiode sehr stark, trotz ihrer Derbheit, sie wachsen eben sehr rasch; nur Laminaria digitata atmet träger, was Verf. nicht zu erklären vermag. Ref. möchte darauf hinweisen, daß hier das Wachstum doch etwas anders verläuft wie bei L. saccharina und hyperborea und vielleicht auch langsamer vor sich geht. Tabelle 3 ordnet die Atmungswerte nach Farbe und Form. Läßt man die derbthallösen Formen beiseite, so ergeben sich als Durchschnittswerte für die Chlorophyceen 0,021, für die Phaeophyceen 0,022 und für die Rhodophyceen 0,015. Letztere atmen also schwächer, im ganzen aber sind die Unterschiede gering. Für Einzelheiten muß hier auf das Original verwiesen werden. — Ein Vergleich dieser allgemeinen Beobachtungen mit denen von Kylin und Kniep zeigt recht starke Abweichungen. Für Kylin mag

das in dessen unzureichender Methodik begründet sein. Daß aber die vom Verf. gefundenen Atmungswerte meist $2^1/_2$mal größer sind als die von Kniep gefundenen, hat möglicherweise darin seinen Grund, daß Verf. im Frühling, also zur Zeit sehr lebhaften Wachstums, Kniep im Herbst arbeitete.

Ein Eingehen auf die speziellen Beobachtungen des zweiten Teiles würde hier zu weit führen. Sie bringen mancherlei Interessantes. So wurde bei Fucus serratus und bei zwei Cladophoraarten bei Temperaturfall auch die Atmung stark herabgesetzt (Tabelle 5), starker Wundreiz wirkte shockartig (Tabelle 6) und ein besonderer, mit Laminariastielen gemachter Versuch erlaubte den Schluß, daß die Atmung der inneren Teile der dicklaubigen Algen ebenso lebhaft ist wie die der äußeren Zellen.

Die Bestimmung des Atmungskoeffizienten $\frac{CO_2}{O_2}$ ergab eine Bestätigung der Kniepschen Resultate, er liegt nahe bei 1. Für die Braunalgen möchte Verf. daraus den Schluß ziehen, »daß zunächst nicht die Fette, sondern nur die Kohlehydrate veratmet werden«. Das sehr wichtige Verhältnis von Assimilation zu Atmung — bekanntlich hatte Kniep gezeigt, daß bei Fucus die Atmung mit dem Sinken der Temperatur rascher sinkt als die Assimilation — konnte leider wegen des Kriegsausbruchs nicht näher nachgeprüft werden. Immerhin ließ sich feststellen, daß Fucus serratus in der Kälte viel stärker Sauerstoff abgibt als bei hoher Temperatur, was sich durch die starke Herabsetzung der Atmung bei unverminderter oder nur wenig herabgesetzter Assimilation erklären läßt. Tabelle 12 endlich läßt den Schluß zu, daß »bei hoher Temperatur bei den angewandten Lichtmengen der Koeffizient $\frac{\text{Assimilation}}{\text{Atmung}}$ zugunsten der Atmung ausfällt, während bei niedriger Temperatur das Umgekehrte eintritt«. P. Kuckuck.

Yendo, K., On the Cultivation of Seaweeds, with special Accounts of their Ecology.

The Economic Proceedings of the Royal Dublin Society. 1914. 2, S. 105 bis 122. Mit 2 Textfig. und 1 Taf.

Die Arbeit enthält nichts wesentlich neues, aber doch mancherlei Beobachtungen, zu denen die Tangkulturen Japans Gelegenheit gaben. Stellt doch die jährliche Ernte dieses Landes an Seetang den ansehnlichen Wert von 16 Millionen Mark dar, wovon etwa 6 Millionen hauptsächlich auf den Export nach China entfallen. Es werden nach-

einander die verschiedenen Faktoren besprochen, die für die Besiedelung mit Tang in Betracht kommen. Beim Kapitel »Tiefe« interessiert uns die Angabe, daß auch an der japanischen Küste die untere Grenze der Vegetation nicht viel über 20 m hinausgeht. Das ist der Wert, der nach den Erfahrungen des Ref. im allgemeinen auch für die europäischen Küsten gilt, nicht nur für die nördlichen, sondern auch noch für die des Mittelmeeres. Beim »Salzgehalt« bespricht Verf. eine Erfahrung der Züchter, die sich auf Porphyra tenera bezieht. Diese Alge wird ganz ähnlich wie in Europa Austern und Miesmuscheln an Zweigen gezogen, die im flachen Wasser in den weichen Boden gesteckt werden. Sie müssen mit den keimenden Sporen an Stellen mit etwas stärkerem Salzgehalt überführt werden, wenn eine gute Ernte von erwachsenen Pflanzen erzielt werden soll. Für Fucus vesiculosus wird Oltmanns Beobachtung bei Rostock bestätigt, er verträgt zwar schwachen Salzgehalt, gedeiht aber nicht an Stellen, wo der Salzgehalt rasch wechselt. Auf eine plötzliche Überflutung der Riffe mit Frischwasser beruht offenbar eine Erscheinung, die von den japanischen Fischern als »reef burning«, Riffbrand, bezeichnet wird. Die von »Riffbrand« betroffenen Bänke liegen gewöhnlich außerhalb der Grenze, bis zu der sich das von den Flüssen in die See strömende Süßwasser bemerkbar macht. Wird dieses bei angeschwollenem Fluß durch eine Strömung quer vor der Mündung des Flusses an der Küste entlang gedrückt, so erreicht es die Bänke und richtet dort große Verwüstungen unter den Algen an. Doch können solche Riffbrände wie in der Tsugarustraße auch dadurch veranlaßt werden, daß an die Stelle warmen Wassers plötzlich ungewöhnlich kaltes tritt.

Bei der Auswahl des Substrates für die Tangzüchtereien spielt seine Oberfläche eine gewisse Rolle. Gloiopeltis z. B. verlangt ein ziemlich glattes Substrat, Laminarien aber verlangen ein Gestein, das hart und zugleich rauh ist. Auf glattem schiefrigen Gestein können sie sich immer erst ansiedeln, wenn sich Lithothamien darauf entwickelt haben. Im allgemeinen eignen sich Steine, die frisch vom Lande in die See gesetzt sind, am besten. Sie sind dann noch frei von den schleimigen Überzügen der Diatomeen, die die Sporen erst durchdringen müssen. Offenbar spielt dieser Diatomeenüberzug auch eine Rolle bei der Besiedelung der Zweige mit Porphyrasporen. Je geringer der Salzgehalt ist, um so dicker wird der Überzug. Auch der Zeitpunkt, in der das Substrat dargeboten wird, ist wichtig. In der Regel wird die Zeit der Sporenausstreuung am günstigsten sein. Doch macht Porphyra davon eine Ausnahme, ohne daß Verf. Klarheit über den Grund dafür erlangen konnte.

Durch die jährliche Aberntung der nutzbaren Tange wird die Konkurrenz für die anderen Tange beseitigt und diese beginnen als »Unkraut« allmählich stark zu wuchern. Das einzige Mittel dagegen bleibt das Ausjäten. Der schlimmste Feind auf den Laminariabänken ist freilich nicht eine Alge, sondern ein Seegras, Phyllospadix, das allmählich alle Laminarien verdrängt und deshalb von Anfang an sorgfältig fern gehalten werden muß. P. Kuckuck.

Brown, P. E. und Kellogg, E. H., Sulfofikation in Soils.

Centralbl. f. Bakt. II. 1915 **43**, 552.

Die Verf. untersuchen die Entstehung von Sulfaten im Erdboden. Zur Untersuchung extrahieren sie die Salze durch siebenstündiges Schütteln mit Wasser. Als Ausgangsmaterial für die Sulfatbildung benutzen sie Sulfite oder elementaren Schwefel. Sie stellen fest, daß die Sulfatbildung im Erdboden in der Hauptsache durch Bakterien bewirkt wird, doch haben auch rein chemische Prozesse einen gewissen Anteil.

Anwesenheit von organischer Substanz im Erdboden begünstigt die Sulfatbildung, desgleichen eine Durchlüftung des Bodens. Zusatz von Kohlehydraten zum Erdboden hemmt die Bildung von Sulfaten.

R. Lieske.

Cammerloher, H., Die Grünalgen der Adria.

Gebr. Bornträger, Berlin. 1915. 141 S., 39 Textfig., 6 Taf. in Schwarzdruck.

Die Algen der Adria fanden ihre letzte zusammenhängende Bearbeitung in der Rabenhorstschen Kryptogamenflora 1885 durch F. Hauck. Seither hat die floristische Erforschung dieses Gebietes Fortschritte gemacht, und besonders sind auch unsere systematischen und morphologischen Kenntnisse der in Frage kommenden Algen wesentlich bereichert worden. Eine zusammenfassende Neubearbeitung der Algenflora der Adria ist daher eine dankenswerte Aufgabe, die in den jetzigen Zeitverhältnissen um so mehr zu begrüßen ist, als wohl in den nächsten Jahren aus naheliegenden Gründen gerade dieses Meer für den deutschen und österreichisch-ungarischen Botaniker von besonderer Bedeutung sein und häufiger besucht werden wird als früher. Die vorliegende Bearbeitung der Grünalgen stellt den ersten Teil der ganzen Algenflora dar.

In einer Einleitung werden einige Anweisungen über das Sammeln, die Kultur und das Präparieren der Algen gegeben. Daran schließt sich eine kurze allgemeine Betrachtung über die Chlorophyceae der Adria, in der die allgemeinen morphologischen Verhältnisse, die Fort-

pflanzung, die Phylogenie (im Anschluß an Brunnthaler), die Grundzüge des Systems (im Anschluß an Wettstein) und die Ökologie besprochen werden.

Den Hauptteil der Arbeit bildet die Besprechung der beobachteten Arten. Sie werden (nach dem System von Wettstein) zu den Gruppen Volvoceae, Ulothricheae und Siphoneae zusammengefaßt. Die allgemeinen Merkmale dieser Gruppen und der Familien werden kurz besprochen. Recht ausführlich werden vielfach die Gattungen behandelt, da dem Verf. als Ziel vorschwebt, dem Leser einerseits alles über die Grünalgen Bekannte vorzuführen, andererseits ihn auf viele Lücken unserer Kenntnisse hinzuweisen. Es sind daher auch in umfassender Weise die Ergebnisse der Algenforschung im allgemeinen referiert worden, und ein ausführliches Literaturverzeichnis erleichtert die Benutzung der Originalarbeiten.

Bei den einzelnen Arten ist die wichtigste Literatur zitiert, besonders die Werke, die das Untersuchungsgebiet und benachbarte Meere betreffen. Ferner ist die Synonymie eingehend berücksichtigt. Die Beschreibung wird vielfach durch Abbildungen erläutert. Die Standortsangaben sind nach Belegexemplaren im Herbar der botanischen Abteilung des Wiener Hofmuseums, der zoologischen Station in Rovigno, der k. k. zoologischen Station in Triest und des Verf.s angeführt. Ein Bestimmungsschlüssel der Gattungen beschließt den speziellen Teil.

Sehr wünschenswert wäre es gewesen, wenn auch wenigstens in den artenreichen Gattungen ein Bestimmungsschlüssel für die Arten gegeben wäre. Freilich wäre eine kritische Bearbeitung dieser Gattungen notwendig gewesen, aber bei der engen geographischen Begrenzung hätte sich eine solche Durchsicht wohl gelohnt, ohne die Arbeit ins Uferlose auszudehnen. Die Bestimmung einer der 24 angeführten Cladophora-Arten z. B. nach der vorliegenden Bearbeitung dürfte sehr schwierig sein. Selbst bei kleineren Gattungen wäre die Heraushebung der unterscheidenden Merkmale für die Benutzung des Buches wertvoll gewesen.

Im einzelnen sind hier und da Unklarheiten vorhanden. Bei Rhizoclonium (S. 119) heißt es z. B.: »Ungeschlechtliche Fortpflanzung erfolgt durch Akineten, ... oder durch Zoosporen. . . . Die Zygoten keimen direkt zu neuen Individuen aus.« Woher diese Zygoten kommen, wird nicht gesagt. Bei Cladophora (S. 98) heißt es: »Der Thallus bildet reichverzweigte, büschelige Rasen, die entweder aus einem einzigen oder aber aus mehreren Individuen bestehen«. Im Bestimmungsschlüssel (S. 128) heißt es für Cladophora, im Gegensatz zu Aegagropila, daß der Thallus von einem ursprünglichen, festsitzenden Individuum gebildet wird.

Ferner sind hier und da einige Ungenauigkeiten zu erwähnen. Bei den Vaucheriaceae wird besonders betont, daß an der Spitze der Fäden nie Verzweigungen auftreten. Diese Angabe bezieht sich aber nur auf Vaucheria, nicht auf Dichotomosiphon. Die beiden Vaucheria-arten, V. dichotoma und V. Thuretii, werden besser in die Sektion Woroninia (Solms-Laubach) Heering gestellt. Schon die Bemerkung, »die reife Oospore füllt nicht das ganze Oogon aus«, steht im Widerspruch zu der Abbildung (Fig. 182), bei der eine reife Spore abgebildet wird, die bis auf die Befruchtungspapille das ganze Oogonium füllt. Die Abtrennung einer f. marina von Vaucheria dichotoma läßt sich nicht durchführen. Die Bezeichnung: die Fäden sind dünn, wäre besser durch eine exakte Maßangabe zu ersetzen gewesen, zumal V. dichotoma gerade zu den dickfädigsten Arten gehört. Cladophora fracta Kütz., f. marina Hauck, ist besser durch den Namen Cl. heteronema Kütz. zu ersetzen. Nach den Untersuchungen von Brand ist Cl. fracta eine freischwimmende Nebenform von Cl. crispata. Hier wird der Habitus folgendermaßen beschrieben: »Die anfangs festsitzenden, nur wenige Zentimeter hohen Rasen bilden später freischwimmende, verworrene Ballen . . . .« Danach und nach der Aststellung kann die Alge nicht zu Cl. fracta gerechnet werden.

Auf die Anführung weiterer Einzelheiten kann ich wohl verzichten, da sie für das Gesamturteil nicht in Frage kommen.

Als eine wesentliche Verbesserung wegen der damit verbundenen Erhöhung der praktischen Brauchbarkeit würde ich aber, wie gesagt, die Einführung von Bestimmungsschlüsseln für die Arten und die Hervorhebung charakteristischer Unterscheidungsmerkmale ansehen. Vielleicht ließe sich dies bei den späteren Teilen der Algenflora durchführen.

Heering.

Neue Literatur.

Bakterien.

Adsersen, V., Die Spezifizität des Drusestreptococcus, mit besonderer Berücksichtigung des Vergärungsvermögens gegenüber Kohlehydraten. (Centralbl. f. Bakt. I. *1915*. **76**, 111—118.)

Bail, O., Veränderungen von Bakterien im Tierkörper. XII. Abschwächungsversuche am Milzbrandbacillus bei 42°. (Ebenda. 330—343.)

Bertarelli, E., und **Bocchia, I.,** Experimentelle Untersuchungen über die Zahl der Keime und die Infektionen. (Ebenda. 184—196.)

Galli-Valerio, B., La méthode de Casares-Gil pour la coloration des cils des bactéries. (Ebenda. 233—235.)

Hottinger, R., s. unter Technik.

Hutyra, F., und **Manninger, R.,** Spezifische Abbaufermente gegen Zellbestandteile von Bakterien. (Ebenda. 456—463.)

Knack, A. V., s. unter Technik.

Pribram, E., und **Pulay, E.,** Beiträge zur Systematik der Mikroorganismen. I. Die Gruppe des Bacterium fluorescens. (Ebenda. 321—330.)

Spindler-Engelsen, A. v., Vergleichende Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit verschiedener säurefester Bakterien gegen Antiformin. (Ebenda. 356—363.)

Toenniessen, E., Über die Bedeutung der Virulenz und morphologischer Bestandteile der Bakterien für die Immunisierung und über die immunisierende Wirkung autolysierter Kulturen. (Ebenda. 262—275.)

—, Über Vererbung und Variabilität bei Bakterien. (Biol. Centralbl. *1915*. **35**, 281—330.)

Pilze.

Bresadola, J., Basidiomycetes Philippinensis III. (Hedwigia. *1915*. **56**, 289—307.)

Büren, G. v., Die schweizerischen Protomycetaceen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Entwicklungsgeschichte und Biologie. (Beitr. z. Kryptogamenflora d. Schweiz. *1915*. **5**, 1—95.)

Wollenweber, H. W., Identifikation of species of Fusarium occurring on the sweet potato Ipomoea batatas. (Journ. agric. research. Depart. of agric. *1914* **2**, 251—285.)

Algen.

Alten, H. v., s. unter angewandte Botanik.

Moose.

Evans, A. W., The genus Plagiochasma and its North American species. (Bull. Torrey bot. club. *1915*. **42**, 259—308.)

Goebel, K., Organographie der Pflanzen, insbesondere der Archegoniaten und Samenpflanzen. 2. umgearb. Aufl. II. Teil. Spezielle Organographie. 1. Heft: Bryophyten. *1915*. (XII u. S. 515—902, m. 438 Abb.) 8°. G. Fischer, Jena.

Kavina, K., Die Verzweigung der Laubmoose. (Hedwigia. *1915*. **56**, 308—332.)

Farnpflanzen.

Bicknell, E. P., The ferns and flowering plants of Nantucket. XV. (Bull. Torrey bot. club. *1915*. **42**, 331—351.)

Jongmanns, W., s. unter Palaeophytologie.

Rosenstock, E., Filices formosanae novae, a cl. P. U. Faurie anno 1914 collectae. (Hedwigia. *1915*. **56**, 333 ff.)

Morphologie.

Figdor, W., Über die panaschierten und dimorphen Laubblätter einer Kulturform der Funkia lancifolia Spreng. (Sitzgsber. k. Akad. Wiss. Wien. Math.-nat. Kl. *1914*. **123**, Abt. I, 1085—1096.)

Goebel, K., s. unter Moose.

Gewebe.

Kuyper, J., De bouw der huidmondjes van het suikerriet. (Meded. proefstat. Java-suikerrindustrie. *1914*. **5**, Nr. 1, 12 S.)

—, De groei van bladschijf, bladscheede en stengel van het suikerriet. (Ebenda. *1915*. **5**, Nr. 8, 211—239.)

Physiologie.

Hutyra, F., und **Manninger, R.**, s. unter Bakterien.

Long, E. R., Growth and colloid hydratation in Cacti. (The bot. gaz. *1915*. **59**, 491—497.)

Nothmann-Zuckerkandl, H., Beiträge zur Physiologie der Stoffaufnahme in die lebende Pflanzenzelle. III. Über den Einfluß von Neutralsalzen und einigen Nichtelektrolyten auf die Giftwirkung von Alkoholen auf Pflanzenzellen. (Intern. Zeitschr. f. phys.-chem. Biol. *1915*. **2**, 19—41.)

Shull, C. A., Physiological isolation of types in the genus Xanthium. (The bot. gaz. *1915*. **59**, 474—483.)

Schreiner, O., and **Skinner, J. J.**, Specific action of organic compounds in modifying plant characteristics; methyl glycocoll versus glycocoll. (Ebenda. 445—464.)

Osterhout, W. J. V., The effect of some trivalent and tetravalent kations on permeability. (Ebenda. 464—473.)

Tröndle, A., Untersuchungen über die geotropische Reaktionszeit und über die Anwendung variationsstatistischer Methoden in der Reizphysiologie. (Neue Denkschr. d. schweizer. naturf. Ges. *1915*. **51**, 1—83.)

Fortpflanzung und Vererbung.

Heinricher, E., Untersuchungen über Lilium bulbiferum L., Lilium croceum Chaix und den gezüchteten Bastard Lilium sp. ♀ × Lilium croceum Chaix ♂. (Sitzgsber. k. Akad. Wiss. Wien. Math.-nat. Kl. *1914*. **123**, Abt. I, 1195—1220.)

Toenniessen, E., s. unter Bakterien.

Ökologie.

Heikertinger, Die Frage von den natürlichen Pflanzenschutzmitteln gegen Tierfraß und ihre Lösung. (Biol. Centralbl. *1915*. **35**, 257—281.)

Systematik und Pflanzengeographie.

Berry, E. W., The origin and distribution of the family Myrtaceae. (The bot. gaz. *1915*. **59**, 484—490.)

Engler, A, und **Drude O.**, Die Vegetation der Erde. Sammlung pflanzengeograph. Monographien. IX. Die Pflanzenwelt Afrikas insbesondere seiner tropischen Gebiete. Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Afrika und die Charakterpflanzen Afrikas. III. Bd. 2. Heft. Die dikotyledonen Angiospermen Casuarinaceae bis Dichapetalaceae. Engelmann, Leipzig. *1915*. VI, 869 S.

Farwell, O. A., Notes on the Michigan species of Polygonatum. (Bull. Torrey bot. club. *1915*. **42**, 247—258.)

—, Notes on Michigan Liliaceae. (Ebenda. 351—359.)

Griggs, R. F., New species and varieties of Bihai. (Ebenda. 315—331.)

Heinricher, E., s. unter Fortpflanzung und Vererbung.

Jablonszky, E., Euphorbiaceae — Phyllanthoideae — Bridelieae (m. 84 Einzelbildern in 15 Fig.) 98 S. Heft 65 von A. Engler. Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus. Engelmann, Leipzig. *1915*. 8⁰.

Palaeophytologie.

Brongniart, A., Histoire des végétaux fossiles ou recherches botaniques et géologiques sur les végétaux renfermés dans les diverses couches du globe. Paris 1828 à 1837. [Anastat. Neudr.] 2 Tle. (Text und Atlas.) Tome I. W. Junk, Berlin. *1915*.

Jongmanns, W., Fossilium catalogus. II: Plantae. 5. Equisetales IV: Calamites. S. 193—447. Von W. Jongmanns. (S. 193—447.) 6. Juglandaceae. Von K. Nagel. (87. S.) W. Junk, Berlin. *1915*.

Angewandte Botanik.

Alten, H. v., Hydrobiologische Studien über die Wirkung von Abwässern auf die Organismen unserer Gewässer. III. Vieweg, Braunschweig. *1915*. 8⁰. 136 S.

Rose, D. H., A study of delayed germination in economic seeds. (The bot. gaz. *1915*. **59**, 425—445.)

Technik.

Galli-Valerio, B., s. unter Bakterien.

Hottinger, Rob., Beitrag zur Theorie der Färbung nach Gram. (Centralbl. f. Bakt. I. *1915*. 367—384.)

Knack, A. V., Die Untersuchung im künstlichen Dunkelfeld. (Ebenda. 235—237.)

Kulka, W. und **Sztahovszcky, A.**, Ein improvisierbarer Thermoregulator für Petroleumbeleuchtung. (Ebenda. 237—239.)

Hofbuchdruckerei Rudolstadt


SEMPER BONIS ARTIBUS

Diesem Heft liegt ein Prospekt bei vom Kommissionsverlag von Georg & Co., Basel — Genf — Lyon betr.: **„Untersuchungen über die geotropische Reaktionszeit und über die Anwendung variationsstatistischer Methoden in der Reizphysiologie“.**

Hofbuchdruckerei Rudolstadt

ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG JOST · FRIEDRICH OLTMANNS
HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH

SIEBENTER JAHRGANG. ZEHNTES HEFT

MIT 2 ABBILDUNGEN IM TEXT



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1915

Monatlich erscheint ein Heft im Umfange von 4—5 Druckbogen
Preis für den Jahrgang: 24 Mk.

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Manuskripte, Bücher usw.) bitten wir zu richten an
Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. **Oltmanns, Freiburg i. Br.,** Jacobistr. 23

Inhalt des zehnten Heftes.

Das Honorar für die Originalarbeiten beträgt Mk. 30.—, für die in kleinerem Drucke hergestellten Referate Mk. 50.— für den Druckbogen. Dissertationen werden nicht honoriert. Die Autoren erhalten von ihren Beiträgen je 30 Sonderabdrücke kostenfrei geliefert. Auf Wunsch wird bei rechtzeitiger Bestellung (d. h. bei Rücksendung der Korrekturbogen) eine größere Anzahl von Sonderabzügen hergestellt und nach folgendem Tarif berechnet:

Jedes Exemplar für den Druckbogen	10	Pfg.
Umschlag mit besonderem Titel	10	„
Jede Tafel einfachen Formats mit nur einer Grundplatte .	5	„
Jede Doppeltafel mit nur einer Grundplatte	7,5	„
Tafeln mit mehreren Platten erhöhen sich für jede Platte um	3	„

Beiträge zur Frage der Lichtkeimung.

Von

Gustav Gaßner.

Mit 2 Abbildungen im Text.

I. Einleitung.

Die Frage der Einwirkung des Lichtes auf die Keimung der Samen ist in den letzten Jahren in besonderem Maße Gegenstand botanischer Forschung gewesen. Es wird auf diese neueren Arbeiten im Laufe der folgenden Ausführungen, vor allem im letzten Teil dieser Mitteilung, noch näher einzugehen sein. An dieser Stelle genüge der Hinweis, daß wir trotz der umfangreichen neueren Untersuchungen von einer eigentlichen Lösung des Problems der Lichtkeimung auch heute noch weit entfernt sind.

Was wir bisher wirklich wissen, sind gewisse Tatsachen der Lichtkeimung. Wir kennen den keimungsauslösenden oder keimungshemmenden Einfluß des Lichtes auf eine große Anzahl von Samen, wir kennen die Bedeutung äußerer Faktoren, wie Temperatur des Keimbettes, und innerer Eigentümlichkeiten, wie sie in den Nachreifeerscheinungen der Samen zum Ausdruck kommen, auf den Keimungsverlauf lichtempfindlicher Samen, und wir wissen auch, daß sich die Lichtwirkung durch Anwendung chemischer Stoffe, seien es Säuren, seien es N-Verbindungen, ersetzen läßt. Wir besitzen also eine Fülle von Einzelheiten, deren Verständnis und innerer Zusammenhang jedoch auch heute noch den größten Schwierigkeiten begegnet.

Zu diesen bisherigen Feststellungen füge ich im folgenden eine kleine Sammlung von Versuchen und Beobachtungen mit verschiedener Fragestellung, um diese am Schluß der folgenden Mitteilung in einem allgemeinen Teil in unsere bisherigen Anschauungen vom Wesen der Lichtkeimung einzuordnen.

In bezug auf die technische Durchführung der im folgenden mitgeteilten Versuche kann ich mich kurz fassen und auf die an früherer Stelle gemachten Ausführungen (**7**, **8**) verweisen; es ist dort in genügender Weise betont, daß den an Lichtkeimungsversuche zu stellenden Anforderungen in jeder Weise gerecht geworden ist.

Ein Teil der im folgenden mitgeteilten Versuche stammt noch aus der Zeit meiner Hamburger Tätigkeit (1911/12), während die übrigen Versuche im Rostocker Botanischen Institut durchgeführt sind. Auch haben einige Versuche meines Schülers E. A. Krüger, der am 23. April 1915 als Kriegsfreiwilliger den Tod fürs Vaterland gestorben ist, hier Aufnahme gefunden; diese Versuche sind entsprechend bezeichnet. Der im Rostocker Botanischen Institut durchgeführten Arbeiten E. A. Krügers habe ich außerdem an anderer Stelle in besonderer Weise gedacht (**10**).

II. Über latente Lichtwirkung bei der Keimung lichtempfindlicher Samen.

Es ist üblich, die Wirkung des Lichtes in Keimungsversuchen nach den Unterschieden der Keimungen in Licht und Dunkelheit zu beurteilen, indem eine Steigerung der Keimprozente im belichteten Keimbett eine keimungsauslösende Wirkung des Lichtes beweist.

Im folgenden seien nun einige Versuche zusammengestellt, in denen das Licht infolge der besonderen Temperaturverhältnisse keine Keimungen auszulösen vermochte, während jedoch die spätere, unter anderen Temperaturbedingungen vorgenommene Untersuchung der Keimungsverhältnisse derartiger im Keimbett belichteter Samen ergibt, daß wir trotzdem, d. h. trotz des Nichteintretens von Keimungen während der beliebig langen Belichtungsdauer von einer überaus deutlichen fördernden Lichtwirkung sprechen müssen. Die Lichtwirkung ist wegen der besonderen Temperaturverhältnisse nur latent.

Als Versuchspflanze für die folgenden Versuche diente Ranunculus sceleratus, über deren Keimungsbedingungen ich unlängst an anderer Stelle (**8**) das Erforderliche mitgeteilt habe. Ranunculus sceleratus stellt den bisher nicht beobachteten

merkwürdigen Fall dar, „daß Belichtung im Keimbett weder bei höheren, noch bei niederen Temperaturen keimungsauslösend wirkt, sondern nur dann, wenn gleichzeitig Temperaturschwankungen zur Einwirkung auf die Samen kommen". Temperaturschwankungen wirken auch an sich, d. h. auch in Dunkelheit bis zu einem gewissen Grade keimungsauslösend, wenn sie in geeigneter Weise zur Einwirkung kommen: die tiefen Temperaturen müssen die längere, die höheren die kürzere Zeit täglich einwirken.

Zur Charakterisierung dieser Keimungsverhältnisse beschränke ich mich auf die Wiedergabe der folgenden Versuchsreihe:

Tabelle 1.

Ranunculus sceleratus.

Versuche in Dunkelheit und Licht bei konstanten und bei regelmäßig intermittierenden Temperaturen. Samen auf Fließpapier mit destilliertem Wasser.

Beginn der Versuche: 7. Dez. 1911, Schluß der Versuchsreihe 2920 : 26. Jan. 1912, der Versuchsreihen 2922 und 2934 : 18. Jan. 1912.

Versuchs-Nr.	Belichtung, Temperatur, bzw. Art der Behandlung mit intermittierenden Temperaturen	Durchschnittl. Keimprozente	Beginn der Keimung Tage	Durchschnittl. Keimgeschwindigkeit. Tage
2920, 1a-c	in Dunkelheit, konst. Temperatur von 12°	0	∞	∞
2a-c	„ „ „ „ „ 19°	0	∞	∞
3a-c	„ „ „ „ „ 24°	0,3	18	18
4a-c	„ „ „ „ „ 28°	0	∞	∞
5a-c	in Tageslicht, konst. Temperatur von 19°	0,7	42	43
6a,b	„ „ „ „ „ 28°	0	∞	∞
2922, 1a-c	tägl. 4 Std. Dunkel 28°, 20 Std. Dunkel 12°	50,3	10	17,62
2934, 1a,b	„ 4 „ Tageslicht 28°, 20 „ „ 12°	87,0	8	14,73
2922, 2a-c	„ 4 „ Dunkel 12°, 20 „ Dunkel 28°	1,0	19	24,00
2934, 2a,b	„ 4 „ „ 28°, 20 „ Tageslicht 28°	31,5	9	21,51
2922, 3a-c	„ 4 „ Dunkel 28°, 20 „ Dunkel 19°	3,7	12	21,64
2934, 3a,b	„ 4 „ Tageslicht 28°, 20 „ „ 19°	60,5	7	19,94
2922, 4a-c	„ 4 „ Dunkel 19°, 20 „ Dunkel 28°	0,7	39	40,50
2934, 4a,b	„ 4 „ „ 19°, 20 „ Tageslicht 28°	28,0	6	26,88

Anmerkung: „4 Std." bedeutet die Zeit von 10 vorm. bis 2 nachm., 20 Std die Zeit von 2 nachm. bis 10 vorm. „Dunkel" bedeutet Aufenthalt im Dunkelthermostaten, „Tageslicht" bedeutet Aufenthalt im Tageslichtthermostaten. In bezug auf Einzelheiten siehe die ausführliche Tabelle 3b (8, S. 276).

Das Licht wirkt also bei konstanten Temperaturen nicht keimungsauslösend. An früherer Stelle (8) habe ich eine große Zahl von Versuchen wiedergegeben, in denen die Samen monatelang (z. B. in Versuch 2567 von 7. XI. 1911 bis 15. IV. 1912)

bei konstanten Temperaturen im belichteten Keimbett lagen, ohne zu keimen.

Hier erhebt sich nun die Frage: wirkt das Licht deshalb auf die Samen bei konstanten Temperaturen nicht keimungsauslösend, weil es bei konstanten Temperaturen wirkungslos ist, oder aber werden die Samen durch Lichtwirkung doch verändert und kommen nur wegen der fehlenden Temperaturschwankungen nicht zur Keimung?

Diese Frage ist im folgenden beantwortet. Die Versuche wurden in der Weise durchgeführt, daß die Samen zunächst im Keimbett bei konstanten Temperaturen belichtet wurden, wobei eben keine Keimungen ausgelöst werden, und daß sie dann in Dunkelheit mit intermittierenden Temperaturen weiter behandelt wurden (Tabelle 2, S. 613).

Ein Vergleich der bei nachfolgender intermittierender Behandlung in Dunkelheit erhaltenen Keimungsergebnisse zeigt, daß die Höhe der Keimprozente und der Keimungsverlauf davon abhängt, ob die Samen bei dem vorhergehenden Aufenthalt bei konstanter Temperatur belichtet oder nicht belichtet wurden. Die belichteten Samen zeigen höhere Keimprozente, einen früheren Keimbeginn und eine geringere durchschnittliche Keimgeschwindigkeit; die Unterschiede sind derartige, daß an der Tatsache einer latenten Lichtwirkung ein Zweifel nicht bestehen kann: die Samen von Ranunculus sceleratus werden bei konstanten Temperaturen durch das Licht nicht zur Keimung gebracht; trotzdem ist das Licht nicht wirkungslos, sondern bewirkt Veränderungen in dem Sinne, daß die Samen bei späterer Anwendung intermittierender Temperaturen sich durch die vorhergehende Belichtung deutlich gefördert zeigen.

Ganz kurz sei darauf hingewiesen, daß konstant brennendes Osramlicht von 600 N.-K. (stets in ca. 40 cm Entfernung von den Schalen) eine etwas stärker fördernde Wirkung ausübt als Tageslicht; es geht das vor allem aus der schnelleren Keimung der vorher mit Osramlicht belichteten Samen hervor. Der Grund dürfte darin liegen, daß die dem Tageslicht ausgesetzten Samen in den Nachtstunden unbelichtet sind, während das Osramlicht ununterbrochen wirkte. — Weiter sei erwähnt, daß auch der vorhergehende Aufenthalt im dunklen Keimbett

Tabelle 2.

Versuch mit Ranunculus sceleratus.

Versuchsprinzip: Samen zuerst belichtet und unbelichtet bei konstant 28°, dann in Dunkelheit gleichmäßig intermittiert: täglich 4 Std. (10 vorm. bis 2 nachm.) 28°, 20 Std. (2 nachm. bis 10 vorm.) 12°.

Samen auf Fließpapier mit destilliertem Wasser.

Zahl der Samen in jeder Versuchsreihe: bei Nr. 3192 3 × 100,
bei den übrigen je 2 × 100.

Versuchsbeginn bei Nr. 3192 bis 3199 . . . . 16. April 1912,
bei Nr. 3200 bis 3202 . . . . 20. April 1912.

Versuchsdauer gleichmäßig 42 Tage.

Versuchs-Nr.	Vorhergehender Aufenthalt bei konstant 28°		Keimungsergebnis bei darauf folgender intermittierender Behandlung: tägl. 4 Std. 28°, 20 Std. 12° und in Dunkelheit			
	Dauer des Aufenthaltes Tage	Art der Belichtung während des Aufenthaltes	Keimprozente der einzelnen Schalen	Keimprozente im Durchschnitt	Beginn der Keimung Tage	Durchschnittl. Keimgeschwindigkeit. Tage
3192, 1a-c	0	—	50, 53, 64	**55, 7**	(0 +) 9	(0 +) **19,53**
3193, 2a, b	1	Dunkel	54, 39	**46, 5**	(1 +) 9	(1 +) **15,85**
1a, b	1	Osramlicht 600 N.-K.	81, 72	**76, 5**	(1 +) 7	(1 +) **14,16**
3a, b	1	diff. Tageslicht	81, 69	**75, 0**	(1 +) 7	(1 +) **13,82**
3194, 2a, b	2	Dunkel	28, 24	**26, 0**	(2 +) 8	(2 +) **12,60**
1a, b	2	Osramlicht 600 N.-K.	75, 76	**75, 5**	(2 +) 6	(2 +) **11,01**
3a, b	2	diff. Tageslicht	61, 77	**69, 0**	(2 +) 6	(2 +) **11,31**
3200, 2a, b	2	Dunkel	25, 23	**24, 0**	(2 +) 7	(2 +) **12,03**
1a, b	2	Osramlicht 600 N.-K.	80, 71	**75, 5**	(2 +) 6	(2 +) **11,69**
3a, b	2	diff. Tageslicht	71, 72	**71, 5**	(2 +) 6	(2 +) **12,22**
3195, 2a, b	3	Dunkel	26, 33	**29, 5**	(3 +) 7	(3 +) **11,75**
1a, b	3	Osramlicht 600 N.-K.	72, 70	**71, 0**	(3 +) 5	(3 +) **8,81**
3a, b	3	diff. Tageslicht	74, 78	**76, 0**	(3 +) 6	(3 +) **9,13**
3196, 2a, b	4	Dunkel	34, 25	**29, 5**	(4 +) 7	(4 +) **9,78**
1a, b	4	Osramlicht 600 N.-K.	77, 73	**75, 0**	(4 +) 6	(4 +) **8,46**
3a, b	4	diff. Tageslicht	65, 79	**72, 0**	(4 +) 5	(4 +) **7,68**
3201, 2a, b	4	Dunkel	16, 8	**12, 0**	(4 +) 7	(4 +) **10,12**
1a, b	4	Osramlicht 600 N.-K.	69, 81	**75, 0**	(4 +) 6	(4 +) **8,23**
3a, b	4	diff. Tageslicht	72, 73	**72, 5**	(4 +) 5	(4 +) **6,58**
3197, 2a, b	6	Dunkel	41, 31	**36, 0**	(6 +) 6	(6 +) **7,77**
1a, b	6	Osramlicht 600 N.-K.	72, 75	**73, 5**	(6 +) 5	(6 +) **6,63**
3a, b	6	diff. Tageslicht	78, 70	**74, 0**	(6 +) 5	(6 +) **6,81**
3198, 2a, b	8	Dunkel	36, 30	**33, 0**	(8 +) 6	(8 +) **7,07**
1a, b	8	Osramlicht 600 N.-K.	77, 78	**77, 5**	(8 +) 5	(8 +) **5,94**
3a, b	8	diff. Tageslicht	77, 77	**77, 0**	(8 +) 5	(8 +) **6,18**
3202, 2a, b	10	Dunkel	23, 24	**23, 5**	(10 +) 6	(10 +) **7,13**
1a, b	10	Osramlicht 600 N.-K.	84, 78	**81, 0**	(10 +) 5	(10 +) **5,90**
3a, b	10	diff. Tageslicht	78, 75	**76, 5**	(10 +) 5	(10 +) **5,94**
3199, 2a, b	15	Dunkel	33, 40	**36, 5**	(15 +) 6	(15 +) **7,31**
1a, b	15	Osramlicht 600 N. K.	80, 87	**83, 5**	(15 +) 5	(15 +) **6,22**
3a, b	15	diff. Tageslicht	78, 77	**77, 5**	(15 +) 5	(15 +) **6,18**

bei konstanter Temperatur die Samen verändert, denn sie keimen bei der gleichen späteren Anwendung intermittierender Temperaturen anders als solche Samen, die von vornherein mit diesen intermittierenden Temperaturen behandelt wurden. Auf diese Feststellung soll hier nicht näher eingegangen werden, sie findet eine zweckmäßigere Besprechung bei einer später einmal zu gebenden Darlegung der Einwirkung des Temperaturwechsels auf die Keimungsverhältnisse von Ranunculus sceleratus.

Was im obigen gezeigt werden sollte, war die Existenz einer latenten Lichtwirkung, derart, daß das Licht auch für Samen, die im Keimbett trotz Belichtung nicht auskeimen, nicht wirkungslos ist, sondern, daß die Lichtwirkung infolge der besonderen Temperaturverhältnisse latent bleiben kann. Mittels besonderer Versuchsanstellung läßt sich jedoch ihre Existenz nachweisen.

III. Über die Einwirkung des Trocknens auf vorher belichtete Samen.

Die im vorigen Abschnitt dargelegten Versuche geben den Ausgangspunkt für die folgenden Versuchsreihen.

Wir können folgende Überlegung anstellen: die Samen von Ranunculus sceleratus werden durch Belichtung im Keimbett beeinflußt. Diese Wirkung ist auch bei konstanten Temperaturen vorhanden, bleibt aber latent und kann, wie im vorigen gezeigt, später durch Anwendung intermittierender Temperaturen nachgewiesen werden. Bereits diese Feststellung spricht in hohem Maße gegen die Annahme, daß wir die Lichtwirkung als Reizvorgang aufzufassen haben; ganz unmöglich aber wäre diese Annahme, wenn der Nachweis gelänge, daß die latente Lichtwirkung durch ein Trocknen der Samen nach erfolgter Belichtung und vor der Behandlung mit den keimungsauslösenden intermittierenden Temperaturen nicht aufgehoben wird, sondern nachher in der gleichen Weise in die Erscheinung tritt.

Im Hinblick auf diese Überlegung wurden Samen von Ranunculus zunächst bei konstanten Temperaturen teils hell, teils dunkel gehalten, wobei sie, wie wir sahen, durch Lichtwirkung wohl beeinflußt werden, aber nicht keimen können. Dann werden die Samen bei Zimmertemperatur in Dunkelheit

schnell getrocknet, bestimmte Zeit trocken aufgehoben, wieder ins Keimbett ausgelegt und nun unter gleichmäßiger Behandlung mit intermittierenden Temperaturen in Dunkelheit auf Keimverhalten geprüft. Zwei zu verschiedenen Zeitpunkten begonnene, nach diesem Prinzip durchgeführte Versuchsreihen sind im folgenden zusammengestellt. (Siehe Tabellen 3 und 4, S. 616, 617 und 618, 619.)

Die Ergebnisse beider Tabellen stimmen überein; es genügt einige Daten von Tabelle 3 anzuführen. Die drei Tage bei konstant 28° dunkel gehaltenen und dann mit intermittierenden Temperaturen behandelten Samen keimten mit 14,0%, die bei konstant 28° im Licht gehaltenen und dann ebenso behandelten mit 70,5 bezw. 61,5%. Genau die gleichen bedeutenden Unterschiede machen sich geltend, wenn die Samen nach dem Aufenthalt bei konstant 28° zunächst getrocknet und erst nach Tagen (im Versuch der Tabelle 4 erst nach 24 Tagen!) wieder ins Keimbett ausgelegt werden.

Ranunculus sceleratus gibt zu Versuchen der vorstehenden Art deswegen ein so ausgezeichnetes Material ab, weil das Licht bei konstanten Temperaturen nicht keimungsauslösend wirkt; es läßt sich daher nicht der Einwand erheben, daß die Trocknung nur die bereits ausgelöste Keimung unterbricht. Daß dem nicht so ist, zeigten Versuche, in denen die vorher bei konstanten Temperaturen belichteten Samen in der gleichen Weise getrocknet, und dann wieder bei konstanten Temperaturen ausgelegt wurden; in diesem Fall treten Keimungen trotz der vorhergehenden Belichtung ebensowenig ein, wie sie das bei dauernder Belichtung tun.

Auf die prinzipielle Bedeutung der vorstehenden Versuche für die Frage der Lichtkeimung soll am Schluss dieser Mitteilung nochmals hingewiesen werden; zunächst sei noch einiger ähnlicher Versuche mit den Samen von Chloris ciliata gedacht: (Siehe Tabelle 5, S. 618.)

Auch in diesem Versuch zeigt sich, daß die Trocknung der Samen die Lichtwirkung nicht aufhebt, sondern nur unterbricht; jedoch ist der vorstehende Versuch, wie schon betont, nicht so beweisend als der entsprechende Versuch mit Ranunculus sceleratus, weil der Einwand erhoben werden

Ta-
Versuche über die Einwirkung einer zwischen Lichtwirkung im
Versuchsmaterial: Ranun-
Samen in Petrischalen auf
Zahl der Samen in jeder

Versuchsbeginn gleichmäßig 29. April 1912; Samen zunächst 3 Tage (bis 2. Mai) hell und ein Teil sofort mit intermittierenden Temperaturen (täglich 4 Std. 28⁰, 20 Std. 12⁰) behandelt, ein dann wieder im Keimbett ausgelegt, und in der gleichen Weise mit intermittierenden Temperaturen

Versuchs-Nr.		Belichtung während des vorhergehenden Aufenthalts bei konstant 28⁰ (29. April bis 2. Mai)	Behandlung der Samen, nachdem sie gleichmäßig vom 29. IV. bis 2. V. dunkel bzw. hell bei konstant 28⁰ gehalten waren	Keimprozente 5 Tagen[1]	Keimprozente 6 Tagen[1]
				(7. V.)	(8. V.)
3263,	2a	Dunkel	sofort, d. h. ohne Zwischentrockung, vom 2. V. ab regelmäßig intermittiert: täglich 4 Std. 28⁰, 20 Std. 12⁰	0	0
	2b	„		0	0
	1a	Osramlicht 600 N.-K.		0	1
	1b	„		0	3
	3a	diff. Tageslicht		0	0
	3b	„		0	6
				(8. V.)	(9. V.)
3274,	2a	Dunkel	am 2. V. getrocknet, trocken aufbewahrt bis 3. V., am 3. V. wieder ins Keimbett ausgelegt und regelmäßig intermittiert: täglich 4 Std. 28⁰, 20 Std. 12⁰	0	0
	2b	„		0	0
	1a	Osramlicht 600 N.-K.		0	0
	1b	„		0	1
	3a	diff. Tageslicht		0	0
	3b	„		0	0
				(11. V.)	(12. V.)
3275,	2a	Dunkel	am 2. V. getrocknet, trocken aufbewahrt bis 6. V., am 6. V. wieder ins Keimbett eingelegt und regelmäßig intermittiert: täglich 4 Std. 28⁰, 20 Std. 12⁰	0	0
	2b	„		0	0
	1a	Osramlicht 600 N.-K.		0	1
	1b	„		0	4
	3a	diff. Tageslicht		0	3
	3b	„		0	0
				(16. V.)	(17. V.)
3276,	2a	Dunkel	am 2. V. getrocknet, trocken aufbewahrt bis 11. V., am 11. V. wieder ins Keimbett ausgelegt und regelmäßig intermittiert: täglich 4 Std. 28⁰, 20 Std. 12⁰	0	0
	2b	„		0	0
	1a	Osramlicht 600 N.-K.		0	5
	1b	„		0	4
	3a	diff. Tageslicht		0	1
	3b	„		0	0

[1]) Gerechnet vom Beginn der Behandlung mit der intermittierenden Temperatur: täglich

kann, daß das Licht die Keimung der Samen bereits ausgelöst und die Trocknung die schon ausgelöste Keimung nur unterbrochen habe. Bei Ranunculus fällt dieser Einwand deswegen ohne weiteres fort, weil eben das Licht hier bei konstanten Temperaturen nicht auslösend zu wirken vermag.

belle 3.

Keimbett und Keimung eingeschalteten Trocknung der Samen.

culus sceleratus, Ernte 1911.
Fließpapier mit dest. Wasser.
Schale 100.

dunkel bei konstant 28°. In dieser Zeit keine Keimungen. Vom 2. Mai ab alles in Dunkelheit, anderer Teil zunächst bei Zimmertemperatur getrocknet, verschieden lange trocken aufgehoben, behandelt. Nähere Einzelheiten im Text.

der einzelnen Schalen nach							Durchschnittliche Keimprozente am Versuchsschluß
7	8	9	10	12	15	20	
Tagen[1]							
(9. V.)	(10. V.)	(11. V.)	(12. V.)	(14. V.)	(17. V.)	(22. V.)	
0	3	7	7	10	11	11	**14,0**
3	5	10	11	14	16	17	
9	30	45	51	60	65	70	**70,5**
19	37	49	55	60	63	71	
10	19	28	36	42	47	56	**61,5**
13	30	49	52	59	65	67	
(10. V.)	(11. V.)	(12. V.)	(13. V.)	(15. V.)	(18. V.)	(23. V.)	
0	3	5	8	10	11	11	**11,0**
0	6	7	9	10	10	11	
9	36	47	57	62	67	71	**68,0**
12	32	39	45	54	60	65	
5	21	35	42	48	55	61	**56,0**
8	18	30	37	40	44	51	
(13. V.)	(14. V.)	(15. V.)	(16. V.)	(18. V.)	(21. V.)	(26. V.)	
1	4	4	6	7	10	10	**10,5**
1	5	5	9	10	10	11	
14	38	46	53	64	68	72	**69,5**
17	36	45	50	53	61	67	
9	25	36	41	48	59	63	**61,0**
7	22	28	35	43	51	59	
(18. V.)	(19. V.)	(20. V.)	(21. V.)	(23. V.)	(26. V.)	(31. V.)	
0	2	8	11	12	13	15	**13,0**
0	1	4	7	10	10	11	
18	33	51	61	68	71	74	**75,0**
16	35	50	56	65	69	76	
5	21	28	33	51	53	57	**57,0**
4	16	19	28	45	52	57	

4 Std. 28°, 20 Std. 12°.

IV. Über das Zusammenwirken von Licht und keimungsauslösenden Stoffen.

Wir wissen heute, daß sich die keimungsauslösende Wirkung des Lichtes in weitgehendem Maße durch die Anwendung bestimmter chemischer Stoffe ersetzen läßt. Der von Lehmann

Ta-

Versuchsanstellung und Versuchsprinzip wie bei Versuchen der Tabelle 3, jedoch Versuchsbeginn:

Versuchs-Nr.	Belichtung während des vorhergehenden Aufenthalts bei konstant 28° (13. bis 17. V.)	Behandlung der Samen, nachdem sie gleichmäßig vom 13. bis 17. V. dunkel bzw. hell bei konstant 28° gehalten waren	Keimprozente	
			5	6
			Tagen[1]	
		Datum:	(22. V.)	(23. V.)
3292, 2a	Dunkel	sofort, d. h ohne Zwischentrocknung, vom 17. V. regelmäßig intermittiert: täglich 4 Std. 28°, 20 Std. 12°	0	2
2b	"		0	3
1a	diff. Tageslicht		2	15
1b	" "		0	13
		Datum:	(15. VI.)	(16. VI.)
3293, 2a	Dunkel	am 17. V. getrocknet, trocken aufbewahrt bis 10. VI., am 10. VI. wieder ins Keimbett ausgelegt und regelmäßig intermittiert: täglich 4 St. 28°, 20 St. 12°	0	3
2b	"		0	1
1a	diff. Tageslicht		1	15
1b	" "		1	10

[1]) Gerechnet vom Tage der Behandlung mit intermittierenden Temperaturen: täglich 4 Stunden 28°, 20 Stunden 12°.

Tabelle 5.

Versuch über die Einwirkung einer zwischen Lichtwirkung im Keimbett und Keimung eingeschalteter Trocknung der Samen.

Versuchsmaterial: Chloris ciliata, Ernte 1912, Zahl der Samen in jeder Versuchsreihe 2 × 100. Die Samen wurden am 6. Juli 1912 in Petrischalen auf Fließpapier mit destilliertem Wasser bei 12° in Dunkelheit ausgelegt und hier bis zum 26. Juli gelassen; in dieser Zeit keine Keimungen. Am 26. Juli erfolgte das Umstellen der Schalen in 33°, Belichtung und Weiterbehandlung in der folgenden Weise:

Versuchs-Nr.	Behandlung der Samen vom 26. Juli ab:	Keimprozente in 5 Tagen	
		vom 26.—31. Juli	vom 10.—15. Sept.
3565, 1a, b	sofort und dauernd in Dunkelheit bei 33°	1a: 10% 1b: 12%	
2a, b	zuerst 7 Stunden bei 33° Tageslicht, dann in Dunkelheit bei 33°	2a: 43% 2b: 45%	
3566, 1a, b	zuerst 7 Stunden in Dunkelheit bei 33°, dann bei dieser Temperatur getrocknet. Trocken aufgehoben bis zum 10. Septbr., an diesem Tage wieder ins Keimbett ausgelegt (auf Fließpapier mit dest. Wasser), in Dunkelheit bei 33° gehalten.		1a: 12% 1b: 15%
2a, b	zuerst 7 Stunden in Tageslicht bei 33°, dann genau behandelt wie Nr. 1a, b.		2a: 37% 2b: 44%

belle 4.
Samen zunächst 4 Tage (vom 13. bis 17. Mai) hell und dunkel bei konstant 28⁰ gehalten.
13. Mai 1912.

der einzelnen Schalen nach							Durchschnittliche Keimprozente am Versuchsschluß
7	8	9	10	12	15	20	
Tagen[1]							
(24. V.)	(25. V.)	(26. V.)	(27. V.)	(29. V.)	(1. VI.)	(6. VI.)	
6	10	19	19	21	24	26	**26,0**
12	22	22	23	24	24	26	
40	51	58	60	63	65	68	**69,5**
39	57	61	64	68	68	71	
(17. VI.)	(18. VI.)	(19. VI.)	(20. VI.)	(22. VI.)	(25. VI.)	(30. VI.)	
6	9	15	17	19	21	21	**24,0**
9	19	19	20	22	25	27	
39	61	69	71	72	74	75	**70,0**
26	46	50	54	60	63	65	

[1]) Gerechnet vom Tage der Behandlung mit intermittierenden Temperaturen: täglich 4 Stunden 28⁰, 20 Stunden 12⁰.

und Ottenwälder (**17**, **18**, **19**) ausgesprochenen keimungsauslösenden Wirkung der Säuren konnte ich in umfangreichen Versuchen die keimungsauslösende Wirkung der N-Verbindungen an die Seite stellen, sodaß wir augenblicklich die lichtempfindlichen Samen in Säuretypus und N-Typus gliedern können (**8**, **9**).

Es fragt sich nun, in welchem Maße die keimungsauslösende Wirkung des Lichtes durch die gleichzeitige Anwesenheit von keimungsauslösenden Chemikalien beeinflußt wird. An sich erscheint es von vornherein wahrscheinlich, daß Lichtwirkung und Wirkung keimungsauslösender Stoffe sich summieren, wenn beide in dem gleichen Sinne wirksam sind.

Dieser Fall läßt sich in der Tat beobachten. Ich habe an anderer Stelle (**8**, S. 291) bereits Versuche in dieser Richtung angeführt, die für Ranunculus sceleratus ergaben, daß die keimungsauslösende Wirkung des Tageslichtes und der Knopschen Nährlösung sich in ihren Wirkungen addieren. Das Endergebnis dieser an anderer Stelle ausführlicher mitgeteilten Versuche sei in der folgenden Form zusammengestellt:

Tabelle 6.

Versuche mit Ranunculus sceleratus, Ernte 1911. Versuchsdauer: 7. Dezember 1911 bis 18. Januar 1912. Samen hell und dunkel, auf destilliertem Wasser bezw. Nährlösung, bei regelmäßig intermittierenden Temperaturen.

Versuchs-Nr.	Substrat	Belichtung	Keimprozente bei intermittierender Behandlung			
			I täglich 4 Std. 28^0 20 Std. 12^0	II täglich 4 Std. 12^0 20 Std. 28^0	III täglich 4 Std. 28^0 20 Std. 19^0	IV täglich 4 Std. 19^0 20 Std. 28^0
2922	dest. Wasser	Dunkelheit	50,3	1,0	3,7	0,7
2934	„ „	Tageslicht	87,0	31,5	60,5	28,0
2936	Nährlösung	Dunkelheit	86,3	35,7	40,7	55,0
2935	„	Tageslicht	86,5	81,5	84,0	86,0

Bei der intermittierenden Behandlung I genügte sowohl die Anwendung von Tageslicht wie die Anwendung von Nährlösung, um maximale Keimprozesse zu erzielen; bei den übrigen intermittiernden Behandlungen führt dagegen nur die kombinierte Anwendung von Licht und Nährlösung zu dem gleichen Ziel.

Einen weiteren Versuch über die Kombination von Licht und keimungsauslösender Nährlösung habe ich dann früher schon für Chloris ciliata mitgeteilt (**7**, S. 81). Dieser Versuch ist jedoch insoweit von dem vorigen prinzipiell verschieden, als er nicht die keimungs*auslösende* Wirkung des Lichtes, sondern die keimungshemmende Wirkung dieses Faktors zum Gegenstand hat; wir haben ja in Chloris den ersten Fall kennen gelernt, daß die Lichtwirkung je nach äußeren Umständen, nämlich der Höhe der Keimungstemperatur verschieden ist, indem das Licht bei höheren Temperaturen keimungsauslösend, bei niederen dagegen keimungshemmend wirkt. In dem eben erwähnten und im folgenden nochmals kurz angeführten Versuch sind also keimungshemmende Wirkung des Lichtes und keimungsauslösende Wirkung der Nährlösung kombiniert:

Tabelle 7.

Versuche mit entspelzten Körnern von Chloris ciliata, Ernte 1911. Versuchsbeginn 15. November 1911. Keimungstemperatur gleichmäßig ca. 17^0.

Versuchs-Nr.	Substrat	Belichtung	Durchschnittl. Keimproz. nach			
			3	5	10	20
			Tagen			
2885, 1a-d	dest. Wasser	Dunkelheit	10,0	14,0	14,0	14,0
2884, 1a-b	„ „	diff. Tageslicht	0	2,5	3,0	3,0
2885, 2a-d	Nährlösung	Dunkelheit	89,0	95,5	97,0	98,0
2884, 2a,b	„	diff. Tageslicht	66,0	83,0	92,0	93,0

Der keimungshemmende Einfluß des Lichtes macht sich auch bei Keimung auf der keimungsauslösenden Nährlösung bemerkbar; beide wirken also im entgegengesetzten Sinne. Das Gleiche zeigt die folgende unlängst durchgeführte Versuchsreihe:

Tabelle 8.

Versuch mit entspelzten Körnern von Chloris ciliata. Ernte 1914.
Versuchsbeginn: 26. Juli 1915. Keimungstemperatur: gleichmäßig ca. 22°.

Versuchs-Nr.	Substrat	Belichtung	Keimprozente der einzelnen Schalen nach											
			1		2		3		5		7		10	
			Tagen											
			a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3805, 1a, b	dest. Wasser	Dunkel	8	9	39	41	66	60	70	73	78	77	78	78
2a, b	„ „	diff. Tageslicht	0	0	10	8	26	22	43	36	49	43	53	51
3807, 1a, b	KNO_3 0,01 mol.	Dunkel	20	26	53	57	75	72	84	83	87	86	89	88
2a, b	„ „	diff. Tageslicht	1	2	23	21	38	41	61	66	74	77	84	83

Während also in dem zuerst angeführten Beispiel von Ranunculus sceleratus keimungsauslösende Wirkung des Lichtes und keimungsauslösender Stoffe sich in ihren Wirkungen addieren, wirken in den letzten Versuchsreihen beide einander entgegen, weil eben das Licht unter den angegebenen Temperaturverhältnissen nicht mehr keimungsauslösend, sondern keimungshemmend wirkt, während die keimungsauslösenden Stoffe auch bei niederen Temperaturen ihre keimungsauslösende Wirkung bemerkbar zu machen suchen. Daraus ergibt sich in besonders deutlicher Weise, daß wir Lichtwirkung und Wirkung keimungsauslösender Stoffe nicht in vollem Umfang identifizieren dürfen.

Bei höheren Keimungstemperaturen wirkt nun auch bei Chloris ciliata das Licht keimungsauslösend, also in der gleichen Richtung wie keimungsauslösende Stoffe; die folgenden Versuche berichten über die kombinierte Anwendung des Lichtes und keimungsauslösender Stoffe unter diesen Bedingungen, wobei verschieden starke Nitratlösungen zur Anwendung kamen.

Die Versuche der Tabelle 9 (siehe S. 622) zeigen zunächst, daß das Licht die Keimung der auf destilliertes Wasser ausgelegten Samen fördert. Ein Vergleich der in Dunkelheit auf Wasser und KNO_3-Lösungen ausgelegten Körner ergibt andererseits eine keimungsauslösende Wirkung der KNO_3-Lösung, so weit es sich um

Tabelle 9.

Versuch mit entspelzten Körnern von Chloris ciliata. Ernte 1912.
Versuchsbeginn: 13. September 1912, Versuchsschluß: 23. September 1912.
Zahl der Samen in jeder Versuchsreihe bei Nr. 3626 und 3627 je 4 × 100, bei den übrigen Versuchsnummern je 2 × 100.
Samen auf Fließpapier mit dest. Wasser bzw. verschiedenen KNO_3-Lösungen.
Keimungstemperatur gleichmäßig 33°.

Versuchs-Nr.	Keimbett		Keimprozente		Beginn der Keimung	Durchschnittl. Keimgeschwindigkeit
	Substrat	Belichtung	der einzelnen Schalen	im Durchschnitt	Tage	Tage
3626, 1a-d	dest. Wasser	Dunkel	50, 50, 47, 55	**50,5**	1	2,59
3627, 1a-d	„ „	diff. Tageslicht	73, 71, 84, 69	**74,25**	1	2,67
3622, 10a, b	KNO_3 0,02 mol.	Dunkel	85, 76	**80,5**	1	2,28
3623, 10a, b	„ 0,02 „	diff. Tageslicht	84, 83	**83,5**	1	2,21
3622, 9a, b	„ 0,05 „	Dunkel	85, 78	**81,5**	1	2,56
3623, 9a, b	„ 0,05 „	diff. Tageslicht	83, 88	**85,5**	1	2,62
3622, 8a, b	„ 0,10 „	Dunkel	54, 53	**53,5**	2	2,87
3623, 8a, b	„ 0,10 „	diff. Tageslicht	48, 62	**55,0**	2	3,30
3622, 7a, b	„ 0,15 „	Dunkel	32, 31	**31,5**	2	2,83
3623, 7a, b	„ 0,15 „	diff. Tageslicht	39, 34	**36,5**	2	3,33
3622, 6a, b	„ 0,18 „	Dunkel	26, 20	**23,0**	2	3,30
3623, 6a, b	„ 0,18 „	diff. Tageslicht	21, 22	**21,5**	2	3,68
3622, 5a, b	„ 0,20 „	Dunkel	26, 18	**22,0**	2	3,80
3623, 5a, b	„ 0,20 „	diff. Tageslicht	21, 28	**24,5**	3	4,82
3622, 4a, b	„ 0,22 „	Dunkel	18, 18	**18,0**	2	3,57
3623, 4a, b	„ 0,22 „	diff. Tageslicht	13, 15	**14,0**	3	4,75
3622, 3a, b	„ 0,24 „	Dunkel	15, 14	**14,5**	2	3,86
3623, 3a, b	„ 0,24 „	diff. Tageslicht	14, 7	**10,5**	4	5,95
3622, 2a, b	„ 0,27 „	Dunkel	15, 9	**12,0**	2	3,54
3623, 2a, b	„ 0,27 „	diff. Tageslicht	3, 7	**5,0**	5	7,20
3622, 1a, b	„ 0,30 „	Dunkel	7, 5	**6,0**	3	5,42
3623, 1a, b	„ 0,30 „	diff. Tageslicht	3, 1	**2,0**	4	6,75

nicht zu hohe Konzentrationen handelt; bei höheren Konzentrationen ergiebt sich in immer steigendem Maße eine Schädigungswirkung, wie das an anderer Stelle ausführlicher beschrieben worden ist (8).

Was nun die Kombination von Licht und keimungsfördernder KNO_3-Lösung anbetrifft, so ergibt sich aus Tabelle 9, daß bei schwachen Konzentrationen von KNO_3 die fördernde Wirkung derselben durch Belichtung noch eine geringe Steigerung erfährt: L i c h t w i r k u n g u n d f ö r d e r n d e W i r k u n g v o n KNO_3 a d d i e r e n s i c h a l s o.

Insoweit bieten die in Tabelle 9 enthaltenen Versuche nichts Besonderes; das prinzipielle Neue liegt in den Versuchen mit stärkeren KNO_3-Lösungen: vergleichen wir bei diesen die in Licht und Dunkelheit erzielten Keimprozente, vor allem auch die durchschnittlichen Keimgeschwindigkeiten, so sehen wir, daß das Licht nunmehr nicht mehr fördernd, sondern deutlich keimungshemmend wirkt. Vor allem die Unterschiede der Keimgeschwindigkeiten zeigen in überaus deutlicher Weise eine keimungshemmende Wirkung des Lichtes; auf 0,2 mol. keimen die im Licht befindlichen Samen durchschnittlich 1 Tag, auf 0,22 mol noch mehr, auf 0,24 mol 2 Tage, auf 0,27 mol. fast 4 Tage länger als die unter gleichen Bedingungen in Dunkelheit zur Keimung schreitenden.

Damit ist also festgestellt, daß das Licht bei der gleichen Keimungstemperatur von 33° einerseits keimungsfördernd, andererseits keimungshemmend wirken kann; die erstere Wirkung ist auf destilliertem Wasser und schwachen KNO_3-Lösungen, die hemmende Wirkung auf höheren Konzentrationen der keimungsauslösenden KNO_3-Lösungen zu beobachten.

Genau die gleiche gegensinnige Wirkung des Lichtes unter gleichen Temperaturverhältnissen wurde in einem gleichzeitig durchgeführten und hier nicht ausführlich mitgeteilten Versuch mit $Mg(NO_3)_2$ (Konzentrationen von 0,02—0,2 mol.) beobachtet. Eine weitere Versuchsreihe wurde wieder mit KNO_3 durchgeführt; um die fördernde Lichtwirkung von vornherein etwas mehr abzudämpfen und so die Möglichkeit eines möglichst krassen Hervortretens der Hemmungswirkung des Lichtes zu schaffen, wurden die zu dem folgenden Versuch verwendeten Samen unmittelbar vor Versuchsbeginn 1 Tag bei 75° vorgetrocknet; es ist früher (**6**, **7**) gezeigt, daß eine derartige Vortrocknung die Nachreifevorgänge außerordentlich beschleunigt, derart, daß die unter sonst gleichen Umständen auf Lichtwirkung im Keimbett angewiesenen Samen in immer höherem Maße auch in Dunkelheit zur Keimung schreiten.

Auch die Ergebnisse des nachstehenden Versuchs lassen an der Tatsache einer keimungshemmenden Wirkung des Lichtes bei höheren Temperaturen keinen Zweifel. Das Gleiche gilt

Tabelle 10.

Versuche mit entspelzten Körnern von Chloris ciliata, Ernte 1912. Versuchsbeginn: 25. Septbr. 1912. Zahl der Samen in jeder Schale: 100 Korn. Samen auf Fließpapier mit dest. Wasser bezw. KNO_3-Lösungen. Keimungstemperatur: gleichmäßig 33°.

Versuch-Nr.	Keimbett: Substrat	Keimbett: Belichtung	Keimungen der einzelnen Schalen nach 1 Tagen	2	3	5	7	12	Durchschnittliche Keimprozente am Versuchsschluß
3646, 2a	dest. Wasser	Dunkel	55	77	79	79	79	79	
2b	" "	"	66	79	79	80	80	80	**78.0**
2c	" "	"	54	74	75	75	75	75	
1a	" "	diff. Tageslicht	58	85	90	92	92	92	
1b	" "	"	68	88	88	88	89	90	**89,0**
1c	" "	"	53	79	83	85	85	85	
3652, 2a	KNO_3 0,01 mol.	Dunkel	66	78	81	82	82	82	
2b	" 0,01 "	"	70	84	88	89	89	89	**87,0**
2c	" 0,01 "	"	78	86	87	89	90	90	
1a	" 0,01 "	diff. Tageslicht	75	92	96	97	97	97	
1b	" 0,01 "	"	70	89	89	90	90	90	**92,0**
1c	" 0,01 "	"	78	87	88	88	89	89	
3651, 2a	KNO_3 0,20 mol.	Dunkel	4	38	47	49	51	51	
2b	" 0,20 "	"	6	44	48	51	52	54	**54,3**
2c	" 0,20 "	"	7	45	53	58	58	58	
1a	" 0,20 "	diff. Tageslicht	0	19	42	60	62	66	
1b	" 0,20 "	"	0	25	40	47	52	57	**61,3**
1c	" 0,20 "	"	0	23	44	52	54	61	
3650, 2a	KNO_3 0,22 mol.	Dunkel	2	51	57	63	64	64	
2b	" 0,22 "	"	6	36	48	52	53	53	**56,0**
2c	" 0,22 "	"	4	35	43	43	46	51	
1a	" 0,22 "	diff. Tageslicht	0	11	25	32	39	48	
1b	" 0,22 "	"	0	14	29	42	43	53	**49,7**
1c	" 0,22 "	"	0	8	27	43	44	48	
3649, 2a	KNO_3 0,24 mol.	Dunkel	0	38	49	54	55	55	
2b	" 0,24 "	"	1	26	35	38	39	40	**49,3**
2c	" 0,24 "	"	4	39	43	49	50	53	
1a	" 0,24 "	diff. Tageslicht	0	7	21	34	42	42	
1b	" 0,24 "	"	0	7	14	24	29	48	**46,0**
1c	" 0,24 "	"	0	14	30	35	38	48	
3648, 2a	KNO_3 0,27 mol.	Dunkel	0	16	30	38	39	42	
2b	" 0,27 "	"	0	12	23	29	35	40	**41,3**
2c	" 0,27 "	"	0	18	30	35	40	42	
1a	" 0,27 "	diff. Tageslicht	0	0	14	23	29	33	
1b	" 0,27 "	"	0	3	14	27	30	36	**35,7**
1c	" 0,27 "	"	0	4	15	29	32	38	
3647, 2a	KNO_3 0,30 mol.	Dunkel	0	18	29	37	37	38	
2b	" 0,30 "	"	0	11	27	33	36	38	**39,0**
2c	" 0,30 "	"	0	15	30	38	39	41	
1a	" 0,30 "	diff. Tageslicht	0	2	6	14	18	20	
1b	" 0,30 "	"	0	0	4	7	13	17	**23,3**
1c	" 0,30 "	"	0	0	12	24	29	33	

für die beiden am Schluß dieses Abschnittes mitgeteilten, von E. A. Krüger angestellten Versuchsreihen, die mit Chloris-Samen Ernte 1914, bei etwas geringeren Keimungstemperaturen und auf $Mg(NO_3)_2$ beziehungsweise KNO_3 durchgeführt sind.

Die Beziehungen zwischen Lichtwirkung und Temperatur bei der Keimung von Chloris ciliata sind von mir früher (7,

Tabelle 11.

Versuche von E. A. Krüger.

Entspelzte Körner von Chloris ciliata, Ernte 1914. Zahl der Samen in jeder Schale: 100. Keimungstemperatur für alle Schalen gleichmäßig: leichtschwankende Temperatur von 26 bis 28°. Versuchsbeginn: 17. Juli 1914, Versuchsschluß: 24. Juli 1914.

Substrat	Belichtung	Keimprozente der einzelnen Schalen nach					Durchschnittliche Keimprozente am Versuchsschluß
		1	2	3	5	7	
		Tagen					
dest. Wasser	Dunkel	31	39	39	39	39	**36,3**
„ „	„	26	29	29	30	30	
„ „	„	23	35	38	44	40	
„ „	diff. Tageslicht	24	51	59	68	70	**70,7**
„ „	„ „	22	42	60	71	72	
„ „	„ „	30	47	58	67	70	
$Mg(NO_3)_2$ 0,005 mol.	Dunkel	48	64	68	69	71	**73,5**
„ 0,005 „	„	53	69	72	74	76	
„ 0,005 „	diff. Tageslicht	48	72	89	91	91	**91,0**
„ 0,005 „	„ „	51	70	81	89	91	
$Mg(NO_3)_2$ 0,05 mol.	Dunkel	42	67	77	77	77	**74,5**
„ 0,05 „	„	45	64	68	71	72	
„ 0,05 „	diff. Tageslicht	34	68	87	90	90	**91,5**
„ 0,05 „	„ „	22	60	89	93	93	
$Mg(NO_3)_2$ 0,10 mol.	Dunkel	37	56	66	72	72	**65,0**
„ 0,10 „	„	18	43	54	58	58	
„ 0,10 „	diff. Tageslicht	2	23	62	85	87	**87,5**
„ 0,10 „	„ „	4	18	53	86	88	
$Mg(NO_3)_2$ 0,125 mol.	Dunkel	20	33	48	56	56	**55,0**
„ 0,125 „	„	18	39	49	53	54	
„ 0,125 „	diff. Tageslicht	0	4	30	69	74	**70,5**
„ 0,125 „	„ „	1	6	25	63	67	
$Mg(NO_3)_2$ 0,15 mol.	Dunkel	5	15	24	39	41	**46,0**
„ 0,15 „	„	4	18	34	48	51	
„ 0,15 „	diff. Tageslicht	0	1	13	43	52	**46,0**
„ 0,15 „	„ „	0	1	13	30	40	
$Mg(NO_3)_2$ 0,20 mol.	Dunkel	0	4	7	17	17	**19,5**
„ 0,20 „	„	0	5	11	21	22	
„ 0,20 „	diff. Tageslicht	0	0	3	5	6	**7,5**
„ 0,20 „	„ „	0	0	1	6	9	

S. 78) dahin charakterisiert worden, »daß das Licht nur bei höheren Temperaturen (z. B. 33—34⁰) die Keimung befördert, bei Temperaturen von etwas über 20⁰ indifferent ist und bei Temperaturen darunter sogar die Keimung hemmt.« Auf Grund der obigen Versuche ist die Temperatur dieses absoluten

Tabelle 12.

Versuche von E. A. Krüger.
Entspelzte Körner von Chloris ciliata, Ernte 1914.
Zahl der Samen in jeder Schale: 100 Korn.
Keimungstemperatur für alle Schalen gleichmäßig: leichtschwankende Temperaturen 26 bis 28⁰.
Versuchsbeginn: 17. Juli 1914, Versuchsschluß: 24. Juli 1914.

Substrat	Belichtung	Keimprozente der einzelnen Schalen nach					Durchschnittliche Keimprozente am Versuchsschluß
		1	2	3	5	7	
		Tagen					
dest. Wasser	Dunkel	28	39	39	40	40	**37,7**
„ „	„	26	36	36	40	40	
„ „	„	21	29	32	33	33	
„ „	diff. Tageslicht	29	51	58	67	71	**73,0**
„ „	„ „	21	48	62	71	71	
„ „	„ „	29	54	69	75	77	
KNO_3 0,01 mol	Dunkel	42	56	62	64	66	**70,5**
„ 0,01 „	„	48	68	73	75	75	
„ 0,01 „	diff. Tageslicht	49	77	87	90	91	**92,5**
„ 0,01 „		48	82	93	94	94	
KNO_3 0,10 mol	Dunkel	44	64	74	77	78	**79,5**
„ 0,10 „	„	52	70	77	78	81	
„ 0,10 „	diff. Tageslicht	34	61	83	92	93	**94,5**
„ 0,10 „	„ „	37	69	84	94	96	
KNO_3 0,20 mol	Dunkel	28	55	62	66	67	**68,5**
„ 0,20 „	„	26	57	66	70	70	
„ 0,20 „	diff. Tageslicht	6	20	50	82	85	**79,0**
„ 0,20 „	„ „	4	10	42	70	73	
KNO_3 0,25 mol	Dunkel	21	35	40	44	46	**50,5**
„ 0,25 „	„	22	41	50	53	55	
„ 0,25 „	diff. Tageslicht	0	3	18	40	53	**51,0**
„ 0,25 „	„ „	0	6	26	40	49	
KNO_3 0,30 mol	Dunkel	6	24	31	38	38	**29,5**
„ 0,30 „	„	7	13	17	21	21	
„ 0,30 „	diff. Tageslicht	0	0	4	16	21	**18,0**
„ 0,30 „	„ „	0	0	3	11	15	
KNO_3 0,40 mol	Dunkel	0	0	0	0	0	**3,0**
„ 0,40 „	„	0	1	5	6	6	
„ 0,40 „	diff. Tageslicht	0	0	0	0	0	**0,5**
„ 0,40 „	„ „	0	0	0	1	1	

Einflusses auf die Frage der Lichtwirkung entkleidet: auf stärkeren Konzentrationen keimungsauslösender Stoffe wirkt das Licht auch bei höheren Temperaturen keimungshemmend, bei denen es auf destilliertem Wasser und auf schwachen Lösungen keimungsauslösender Stoffe keimungsfördernd wirkt.

V. Über Lichtwirkung bei Keimung auf nicht keimungsauslösenden Stoffen.

Es ist im vorigen Abschnitt der Nachweis erbracht, daß das Licht die Keimung von Chloris ciliata bei Temperaturen, unter denen es sonst keimungsauslösend wirkt, dann in hemmender Weise beeinflußt, wenn die Samen auf stärkeren Lösungen keimungsauslösender Stoffe ausgelegt werden.

Zur Erklärung dieser Erscheinung ging ich zunächst von der Beobachtung aus, daß nicht nur das Licht bei der Keimung auf keimungsauslösenden Stoffen unter Umständen hemmend wirken kann, sondern daß auch die keimungsauslösenden Stoffe selbst dann eine keimungshemmende Wirkung auszuüben vermögen, wenn sie in zu starker Konzentration zur Anwendung gebracht werden. Wenn also einerseits eine Steigerung der Konzentration keimungsauslösender Stoffe, andererseits eine Belichtung bei Keimung auf keimungsauslösenden Stoffen in gleicher Weise die Keimung hemmen, so besteht die Möglichkeit, daß die im vorigen Abschnitt festgestellte keimungshemmende Wirkung des Lichtes bei Keimung auf keimungsauslösenden Stoffen der keimungshemmenden Wirkung einer Steigerung der Konzentration dieser Stoffe entspricht; in diesem Fall würde also die Lichtwirkung in einer Bildung keimungsauslösender Stoffe zu erblicken sein.

Wenn die Verhältnisse so liegen, wie eben angegeben, so dürfte natürlich eine keimungshemmende Wirkung des Lichtes unter Temperaturverhältnissen, unter denen es sonst keimungsauslösend wirkt, nur auf Lösungen keimungsauslösender Stoffe zu beobachten sein. Versuche mit Lösungen nicht keimungsauslösender Stoffe müssen also die Entscheidung bringen. Derartige Versuche wurden zunächst im Sommer 1914 von E. A. Krüger durchgeführt und sind in den folgenden Tabellen enthalten.

Tabelle 13.
Versuche von E. A. Krüger.
Entspelzte Körner von Chloris ciliata, Ernte 1914.
Zahl der Samen in jeder Schale: 100 Korn.
Keimungstemperatur für alle Schalen gleichmäßig: leicht schwankende Temperatur von 21 bis 24°.
Versuchsbeginn: 26. Juli 1914, Versuchsschluß 1. August 1914.

Substrat	Belichtung	Keimprozente der einzelnen Schalen nach					Durchschnittliche Keimprozente am Versuchsschluß
		1	2	3	4	6	
		Tage					
dest. Wasser	Dunkel	0	27	32	33	34	
„ „	„	0	26	38	39	39	**38,3**
„ „	„	0	35	40	41	42	
„ „	diff. Tageslicht	0	36	57	63	69	
„ „	„ „	0	40	60	68	69	**70,3**
„ „	„ „	0	28	50	60	73	
KCl 0,0001 mol.	Dunkel	0	28	36	38	38	**36,0**
„ 0,0001 „	„	0	24	32	34	34	
„ 0,0001 „	diff. Tageslicht	0	38	58	68	73	**71,0**
„ 0,0001 „	„ „	0	31	55	65	69	
KCl 0,001 mol.	Dunkel	0	27	33	33	34	**34,5**
„ 0,001 „	„	0	31	35	35	35	
„ 0,001 „	diff. Tageslicht	0	31	55	61	67	**69,5**
„ 0,001 „	„ „	0	37	53	62	72	
KCl 0,01 mol.	Dunkel	0	27	36	39	40	**36,5**
„ 0,01 „	„	0	23	30	31	33	
„ 0,01 „	diff. Tageslicht	0	27	63	73	76	**73,5**
„ 0,01 „	„ „	0	19	48	59	71	
KCl 0,1 mol.	Dunkel	0	20	24	27	27	**23,0**
„ 0,1 „	„	0	11	14	16	19	
„ 0,1 „	diff. Tageslicht	0	3	12	30	50	**44,5**
„ 0,1 „	„ „	0	3	11	21	39	
KCl 0,2 mol.	Dunkel	0	0	5	6	8	**11,0**
„ 0,2 „	„	0	1	8	11	14	
„ 0,2 „	diff. Tageslicht	0	0	0	3	17	**16,0**
„ 0,2 „	„ „	0	0	0	1	15	
KCl 0,3 mol.	Dunkel	0	0	0	3	7	**5,5**
„ 0,3 „	„	0	0	0	1	4	
„ 0,3 „	diff. Tageslicht	0	0	0	0	1	**0,5**
„ 0,3 „	„ „	0	0	0	0	0	

Als nicht keimungsauslösende Stoffe sind in den vorstehenden Versuchen KCl bzw. $MgCl_2$ gewählt. Der Vergleich der Keimungen auf destilliertem Wasser und auf schwachen Lösungen dieser Stoffe ergibt die fördernde Wirkung des Lichtes unter den angegebenen Temperaturverhältnissen. Bei mittleren

Tabelle 14.
Versuche von E. A. Krüger.
Entspelzte Körner von Chloris ciliata. Ernte 1914.
Zahl der Samen in jeder Schale: 100 Korn.
Keimungstemperatur für alle Schalen gleichmäßig: leicht schwankende Temperatur von 21—24°.
Versuchsbeginn: 26. Juli 1914, Versuchsschluß: 1. August 1914.

Substrat	Belichtung	Keimprozente der einzelnen Schalen nach					Durchschnittliche Keimprozente am Versuchsschluß
		1	2	3	4	6	
		Tagen					
dest. Wasser	Dunkel	0	27	32	33	34	
„ „	„	0	26	38	39	39	**38,3**
„ „	„	0	35	40	41	42	
„ „	diff. Tageslicht	0	36	57	63	69	
„ „	„ „	0	40	60	68	69	**70,3**
„ „	„ „	0	28	50	60	73	
$MgCl_2$ 0,0001 mol.	Dunkel	0	33	44	45	45	**38,0**
„ 0,0001 „	„	0	28	30	30	31	
„ 0,0001 „	diff. Tageslicht	0	30	70	72	75	**73,0**
„ 0,0001 „	„ „	0	34	63	70	71	
$MgCl_2$ 0,001 mol.	Dunkel	0	38	45	46	46	**41,0**
„ 0,001 „	„	0	26	35	36	36	
„ 0,001 „	diff. Tageslicht	0	31	52	56	72	**70,0**
„ 0,001 „	„ „	0	37	61	67	68	
$MgCl_2$ 0,01 mol.	Dunkel	0	25	31	32	32	**32,0**
„ 0,01 „	„	0	21	28	29	32	
„ 0,01 „	diff. Tageslicht	0	40	58	70	75	**72,5**
„ 0,01 „	„ „	0	25	52	60	70	
$MgCl_2$ 0,05 mol.	Dunkel	0	22	28	30	30	**28,0**
„ 0,05 „	„	0	14	21	24	26	
„ 0,05 „	diff. Tageslicht	0	4	22	33	42	**44,0**
„ 0,05 „	„ „	0	6	21	39	46	
$MgCl_2$ 0,1 mol.	Dunkel	0	7	20	22	23	**24,0**
„ 0,1 „	„	0	4	17	22	25	
„ 0,1 „	diff. Tageslicht	0	1	4	13	24	**23,0**
„ 0,1 „	„ „	0	0	4	14	22	
$MgCl_2$ 0,2 mol.	Dunkel	0	0	3	4	5	**4,0**
„ 0,2 „	„	0	0	1	1	3	
„ 0,2 „	diff. Tageslicht	0	0	0	0	0	**0**
„ 0,2 „	„ „	0	0	0	0	0	

Konzentrationen (KCl 0,1 mol., $MgCl_2$ 0,05 mol.) zeigt die Herabdrückung der Keimprozente bereits eine Schädigungswirkung dieser Lösungen an. In bezug auf die Lichtwirkung ist einerseits festzustellen, daß bei diesen Konzentrationen noch eine fördernde Wirkung besteht, denn die schließlich erhaltenen

Keimprozente sind im Licht höhere als in Dunkelheit, andererseits aber zeigt der Keimungsverlauf bereits eine gewisse hemmende Lichtwirkung, indem die Keimungen in Dunkelheit schneller eintreten als im Licht. Mit steigender Konzentration wird nun einerseits die schädigende Wirkung der betreffenden Lösung, andererseits aber die keimungshemmende Wirkung des Lichtes immer deutlicher, während die keimungsauslösende Wirkung des Lichtes zurücktritt; auf KCl 0,2 mol. treten nunmehr die ersten Keimungen in Dunkelheit nach zwei, im Licht aber erst nach vier Tagen ein; auf $MgCl_2$ 0,2 mol. sind die ersten Keimungen im Dunkeln nach drei Tagen zu beobachten, während im Licht noch nach sechs Tagen Keimungen nicht zu verzeichnen sind.

Auf jeden Fall ergibt sich aus den vorstehenden Versuchen, daß die unter gleichen Versuchsbedingungen insbesondere gleichen Temperaturverhältnissen auf destilliertem Wasser und schwächeren Lösungen zu beobachtende fördernde Wirkung des Lichtes bei höheren Konzentrationen nicht mehr in dem gleichen Maße zutage tritt, sondern einer keimungshemmenden Wirkung Platz macht. Da dies nunmehr für nicht keimungsauslösende Stoffe festgestellt ist, kann die keimungshemmende Wirkung des Lichtes sich nicht in dem weiter oben angedeuteten Sinne einer Bildung keimungsauslösender Stoffe vollziehen; die Erklärung der keimungshemmenden Wirkung ist unzweifelhaft in anderer Richtung zu suchen.

In den letzten Wochen habe ich die Versuche E. A. Krügers nochmals selbst nachgeprüft und bin zu den gleichen Feststellungen gelangt; ich beschränke mich auf die Wiedergabe der folgenden Versuchsreihe: (Siehe Tabelle 15, S. 631.)

Der Versuch zeigt, daß das Licht bei einer Keimungstemperatur von 33^0 auf $MgSO_4$ 0,18 mol die Keimung deutlich hemmt, auf destilliertem Wasser dagegen kaum beeinflußt. Wenn hier auf destilliertem Wasser eine fördernde Lichtwirkung nicht zu beobachten war, so liegt das unzweifelhaft an der weit vorgeschrittenen Nachreife der zum Versuche verwendeten Samen; es ist bereits (**6, 7**) früher gezeigt, daß gut nachgereifte Samen bei hohen Keimungstemperaturen in Dunkelheit ebenso gut keimen wie im Licht. So kann denn der vorstehende Versuch

Tabelle 15.
Versuche mit entspelzten Körnern von Chloris ciliata, Ernte 1914.
Versuchsbeginn: 29. VI. 1915, Versuchsschluß 16. VII. 1915.
Samen in Petrischalen auf Fließpapier mit dest. Wasser bezw. $MgSO_4$ 0,18 mol.
Zahl der Samen in jeder Versuchsreihe: 2×100.

Versuchs-Nr.	Temperatur des Keimbettes	Substrat	Belichtung	Keimprozente der einzelnen Schalen nach													
				1		2		3		4		6		10		17	
				Tagen													
				a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3782, 1a,b	33⁰	dest. Wasser	Dunkel	42	37	71	68	74	72	81	76	85	77	85	78	85	79
2a,b	33⁰	„ „	diff. Tageslicht	38	37	64	69	67	73	76	74	76	78	82	82	83	84
3783, 1a,b	33⁰	$MgSO_4$ 0,18 mol.	Dunkel	22	31	47	50	52	55	55	60	57	60	57	63	59	63
2a,b	33⁰	„ 0,18 „	diff. Tageslicht	4	6	25	32	31	42	35	44	38	47	40	49	42	49
3784, 1a,b	ca. 22⁰	dest. Wasser	Dunkel	6	3	36	39	55	53	69	66	76	71	79	73	79	73
2a,b	ca. 22⁰	„ „	diff. Tageslicht	0	0	10	21	18	25	27	31	44	36	51	47	52	48
3785, 1a,b	ca. 22⁰	$MgSO_4$ 0,18 mol.	Dunkel	0	0	6	8	16	18	28	46	37	53	39	55	39	55
2a,b	ca. 22⁰	„ 0,18 „	diff. Tageslicht	0	0	0	0	2	1	2	2	2	2	11	8	13	8

nur die keimungshemmende Wirkung des Lichtes auf $MgSO_4$ gegenüber der indifferenten auf destilliertem Wasser zeigen.

Der zweite Teil der obigen Tabelle enthält Keimungsversuche bei einer niedrigen Temperatur (ca. 22⁰); hier macht sich auch auf destilliertem Wasser bereits eine deutliche keimungshemmende Wirkung des Lichtes bemerkbar. Auf eine derartige Abhängigkeit der Lichtwirkung von der Höhe der Keimungstemperatur ist früher bereits hingewiesen und wird später noch näher einzugehen sein. Die Keimungsversuche auf $MgSO_4$ 0,18 mol. bei 22⁰ zeigen, daß die bei dieser Temperatur auch auf destilliertem Wasser zu beobachtende keimungshemmende Wirkung des Lichtes ungleich schärfer hervortritt, wenn die Samen nicht auf destilliertem Wasser sondern auf stärkeren, an sich bereits bis zu einem gewissen Grade keimungshemmenden Lösungen von $MgSO_4$ dem Licht ausgesetzt werden.

Aus allen im Vorstehenden angeführten Versuchen ergibt sich also übereinstimmend, daß das Licht, und zwar auch bei hohen Keimungstemperaturen, die Keimung von Chloris ciliata dann stets hemmend beeinflußt, wenn die Samen statt auf Wasser auf stärkere Salzlösungen ausgelegt werden, wobei es gleichgültig ist, ob es sich

um keimungsauslösende Salze wie Nitrate, oder um nicht keimungsauslösende (z. B. KCl, $MgCl_2$, $MgSO_4$) handelt. Damit ist von neuem festgestellt, daß die Frage, in welchem Sinne das Licht die Keimung von Chloris ciliata beeinflußt, nicht nur von der Temperatur des Keimbettes, sondern auch von der Art des Substrates abhängt.

VI. Über Lichtwirkung in Abhängigkeit von Keimbetttemperatur und Nachreife der Samen.

In Chloris ciliata konnte ich seiner Zeit (**6, 7**) zum erstenmal den merkwürdigen Fall feststellen, daß das Licht auf die Keimung derselben Samen sowohl keimungsfördernd wie keimungshemmend wirken kann. Die an früherer Stelle ausführlich mitgeteilten Versuche führten, wie bereits oben angeführt, zu dem Ergebnis, »daß das Licht nur bei höheren Temperaturen die Keimung befördert, bei Temperaturen von etwas über 20⁰ indifferent ist und bei Temperaturen darunter sogar die Keimung hemmt«. Ähnliche Beobachtungen einer je nach Höhe der Keimungstemperatur keimungsfördernden oder keimungshemmenden Wirkung sind dann kurz darauf von Baar (**2**) für andere Samen mitgeteilt worden, und wir müssen damit rechnen, daß diese Erscheinung im Pflanzenreich viel weiter verbreitet ist.

Für Chloris ciliata ist nun in den vorigen Abschnitten der Nachweis erbracht, daß sich auch unter gleichen Temperaturverhältnissen, und zwar durch geeignete Wahl des Substrates entweder eine keimungshemmende oder eine keimungsauslösende Wirkung des Lichtes erzwingen läßt. Damit aber ist die Temperatur ihrer bisherigen Sonderstellung als bestimmender Faktor der Lichtkeimung beraubt, und die früheren Feststellungen über die Beziehungen zwischen Keimbetttemperatur und Lichtwirkung bedurften schon aus diesem Grunde einer Korrektur bezw. Erweiterung.

Sie bedürfen das aber auch noch in anderer Hinsicht. 1911 charakterisierte ich den Einfluß der Temperatur dahin, daß das Licht bei höheren Temperaturen die Keimung befördert, bei Temperaturen von etwas über 20⁰ indifferent ist und bei Tempe-

raturen unter 20° die Keimung hemmt. Keimungshemmende Wirkung wurde bei Temperaturen von 16 bis 17° beobachtet, während eine am 22. August 1911 bei einer Temperatur von 22° durchgeführte Versuchsreihe in Licht und Dunkelheit annähernd gleiche Keimprozente hervortreten ließ. (**7**, S. 77.)

Diesem letzteren Versuch sei nun zunächst der unter gleichen Temperaturverhältnissen durchgeführte und im obigen in Tabelle 15 wiedergegebene Versuch Nr. 3784 vom 29. Juni 1915 gegenübergestellt, in dem sich bei einer Temperatur von 22° eine deutliche keimungshemmende Wirkung des Lichtes beobachten ließ.

Und schließlich sei noch einer am 14. Mai 1914 von E. A. Krüger durchgeführten Versuchsreihe gedacht, in der bei der gleichen Temperatur von 22° eine deutliche keimungsauslösende Wirkung des Lichtes festgestellt wurde: 38,3% in diffusem Tageslicht gegenüber 12,7% in Dunkelheit,

Diese neueren Feststellungen stehen sowohl untereinander, wie mit den 1911 gemachten Angaben, in Widerspruch und zeigen zunächst wiederum, daß es nicht angängig ist, eine bestimmte Temperatur als Grenztemperatur aufzustellen, unterhalb deren das Licht unter allen Umständen keimungshemmend und oberhalb deren es keimungsauslösend wirkt.

Hatten wir in den vorigen Abschnitten das Substrat als Faktor kennen gelernt, der die Frage der Lichtwirkung bei der Keimung in diesem oder jenem Sinne zu bestimmen vermag, so müssen wir für die vorstehenden Feststellungen ein anderes Moment verantwortlich machen; denn die soeben erwähnten, bei 22° beobachteten Unterschiede der Lichtwirkung beziehen sich übereinstimmend auf destilliertes Wasser als Keimungsmedium. Es muß also noch ein anderer Faktor eine Umstimmung der Samen in dem Sinne bewirken können, daß sie bei gleicher Temperatur durch das Licht entweder gefördert oder gehemmt werden.

Diesen Faktor müssen wir in Unterschieden der Nachreife der in den verschiedenen Versuchen verwendeten Samen erblicken. Die Samen des Versuches vom Mai 1914, die eine fördernde Wirkung des Lichtes ergaben, waren etwa zwei Monate alt, die Samen, welche im August 1911 eine indifferente Lichtwirkung ergaben, hatten ein Alter von ca. fünf Monaten, und in den Versuchen dieses Jahres, in denen eine

keimungshemmende Lichtwirkung beobachtet wurde (Tabelle 15), wurden Samen von ca. 17 Monaten Alter verwendet.

Im folgenden seien zunächst zwei weitere Versuchsreihen mit verschieden altem, also verschieden nachgereiftem Samenmaterial einander gegenübergestellt, die ebenfalls eine je nach Alter der Samen verschiedenartige Lichtwirkung bei der gleichen Keimungstemperatur von 22° ergaben:

Tabelle 16.
Versuche mit entspelzten Körnern von Chloris ciliata, Ernte 1914.
Samen auf Fließpapier mit dest. Wasser.
Zahl der Samen: jeder Versuchsreihe: 2 × 100 Korn.
Keimbetttemperatur gleichmäßig ca. 22°.

Versuchs-Nr.	Versuchs-beginn	Belichtung	Keimprozente nach 1 Tagen a	1 b	2 a	2 b	3 a	3 b	5 a	5 b	7 a	7 b	10 a	10 b
Versuch von E. A. Krüger	25. V. 1914	Dunkel	0	0	11	7	19	13	24	18	27	21	Ables.	vacat
		diff. Tageslicht	0	0	19	12	25	30	37	42	41	45	„	„
3805, 1a, b	26. VII. 1915	Dunkel	8	9	39	41	66	60	70	73	78	77	78	78
2a, b		diff. Tageslicht	0	0	10	8	26	22	43	36	49	43	53	51

Aus dem Keimungsverlauf der vorstehenden Versuche ergibt sich in Übereinstimmung mit den weiter oben angeführten Versuchsergebnissen, daß Samen geringer Nachreife bei der Keimungstemperatur von 22° durch Lichtwirkung gefördert, solche vorgeschrittener Nachreife durch den gleichen Faktor gehemmt werden. So ist nochmals gezeigt, daß die Frage, ob das Licht bei einer bestimmten Keimungstemperatur hemmend oder fördernd wirkt, in der Tat auch von dem Nachreifezustand des verwendeten Pflanzenmaterials abhängt. Wenn ich früher (**6, 7**) die Bedeutung der Temperatur für die Frage der Lichtwirkung dahin ausdrückte, daß das Licht bei höheren Temperaturen keimungsauslösend, bei ca. 20° indifferent und bei niederen Temperaturen keimungshemmend wirkt, so gilt also, wie nunmehr festgestellt, diese Angabe nur für Samen eines ganz bestimmten Nachreifestadiums, wie ich es zufällig in meinen früheren entsprechenden Versuchen verwendet hatte.

Wenn die Lichtwirkung bei 22° eine je nach dem Nachreifezustand der Samen verschiedene, entweder fördernde oder aber

hemmende ist, so liegt die Frage nahe, ob nicht auch bei hoher Keimungstemperatur (33⁰), für welche in den früheren Versuchen (**6, 7**) je nach Nachreife entweder eine keimungsauslösende oder aber eine indifferente Lichtwirkung festgestellt werden konnte, eine keimungshemmende Wirkung beobachtet werden kann, wenn nämlich Samen sehr weit vorgeschrittener Nachreife, wie ich sie in meinen älteren Versuchen noch nicht verwendet habe. zur Keimung ausgelegt werden.

Das ist, wie die folgende Zusammenstellung zeigt, in der Tat der Fall.

Tabelle 17.

Versuche mit entspelzten Körnern von Chloris ciliata, Ernte 1912.
Samen auf Fließpapier mit destill. Wasser
Zahl der Samen in jeder Versuchsreihe: 3 × 100 bezw. 3 × 100.
Keimungstemperatur 33⁰.

Versuchs-Nr.	Versuchsbeginn	Belichtung	Keimprozente der einzelnen Schalen nach 1 Tagen			2			3			4			6			9		
			a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
3645, 2a-c	17. IX. 1912	Dunkel	2	2	4	25	24	31	39	35	41	44	41	46	44	46	48	46	49	51
1a-c	„	diff. Tageslicht	2	5	5	29	33	41	63	60	61	74	71	72	78	75	72	81	76	74
3800, 1a-b	10. VII. 1915	Dunkel	3	5		17	21		25	27		30	32		34	37		35	37	
2a-b	„	diff. Tageslicht	0	0		14	11		19	14		21	14		28	19		29	23	

Die im April 1912 geernteten Samen wurden nach den vorstehenden Versuchen im September 1912 durch das Licht bei einer Keimbetttemperatur von 33⁰ in der Keimung gefördert, im Juli 1915 dagegen gehemmt. Die geringe, im Juli 1915 zu beobachtende Höhe der erzielten Keimprozente dürfte wohl darauf zurückzuführen sein, daß die Samen zu dieser Zeit bereits zum Teil ihre Keimfähigkeit eingebüßt hatten.

Im übrigen zeigen die in Tabelle 17 enthaltenen Versuche die hohe Bedeutung der Nachreifevorgänge für die Frage der Lichtwirkung. Wir haben auch bei der hohen Keimungstemperatur von 33⁰ genau die gleiche Umstimmung der Samen mit vorschreitender Nachreife wie bei niedrigerer Keimungstemperatur. Der Unterschied bei verschiedenen Keimungstemperaturen besteht darin, daß zum Zutagetreten der keimungshemmenden Wirkung des Lichtes bei niedriger Keimungstemperatur (ca. 20⁰) eine ungleich ge-

ringere Nachreife genügt als bei hoher Keimungstemperatur (ca. 30⁰); es geht das aus einem Vergleich der im Vorstehenden mitgeteilten Tabellen mit Klarheit hervor.

Wenn wir die Bedeutung der Nachreifevorgänge für die Keimung von Chloris ciliata in vollem Umfang zum Ausdruck bringen wollen, so müssen wir also die keimungshemmende Wirkung des Lichtes in der gleichen Weise einführen wie die keimungsfördernde. Meine früheren Angaben (**6**, **7**) über die Bedeutung der Nachreife für die Keimung von Chloris ciliata besagen nur, daß die Samen bei geringer Nachreife des Lichtes zur Keimung bedürfen, bei guter Nachreife dagegen nicht; diese Angaben beziehen sich, wie aus meinen früheren Angaben zu ersehen ist, auf eine hohe Keimungstemperatur von 33⁰. Auf Grund der obigen Versuche müssen wir diese Angaben dahin erweitern, daß die Nachreifevorgänge eine allmähliche Veränderung der Samen in dem Sinne bewirken, daß die im Anfang durch Lichtwirkung in der Keimung geförderten Samen zunächst durch Licht nicht mehr gefördert werden, bis schließlich die keimungsfördernde Wirkung des Lichtes einer keimungshemmenden Platz macht. Die Höhe der Keimungstemperatur spielt in soweit eine Rolle, als die keimungshemmende Wirkung des Lichtes sich bei niederen Keimungstemperaturen ungleich zeitiger, d. h. in früheren Nachreifestadien und auch relativ stärker offenbart, als bei hohen Keimungstemperaturen.

VII. Über Lichtwirkung auf vorbehandelte Samen.

Die Tatsache, daß das Licht unter gleichen Temperaturverhältnissen auf Chloris ciliata sowohl keimungsauslösend wie keimungshemmend wirkt, ist in den vorigen Abschnitten zunächst durch Keimungsversuche auf verschiedenem Substrat festgestellt und dann auch für Keimung auf dem gleichen Substrat durch Anwendung von Samen verschiedener Nachreife bestätigt worden. Im folgenden soll nun noch eine weitere Möglichkeit dargelegt werden, die ebenfalls gestattet, und zwar ebenfalls bei Keimung auf dem gleichen Substrat und sogar für Samen gleicher Nachreife, bei gleicher Temperatur des Keimbettes eine gegensinnige Lichtwirkung zu erzwingen.

Einen Hinweis in dieser Richtung habe ich bereits in meiner früheren ausführlichen Arbeit über die Keimungsverhältnisse von Chloris ciliata ausgesprochen (**7**, S. 79). „Eine weitere Komplikation“, so schrieb ich damals, „liegt nun anscheinend noch darin vor, daß die Temperaturgrenze, unterhalb deren das Licht keimungshemmend, und oberhalb deren es keimungsfördernd wirkt, je nach der Vorbehandlung der Samen eine verschiedene ist. So wirkte das Licht bei Temperaturen von 16 bis 17⁰ auf nicht vorbehandelte, d. h. unmittelbar nach der Entspelzung ins Keimbett von 16 bis 17⁰ ausgelegte Samen . . . . keimungshemmend . . . ; ein gleichzeitig angestellter Versuch, in dem die gleichen Samen zuerst zwölf Tage im dunklen Keimbett von 12⁰ gehalten und dann ins belichtete und dunkle Keimbett von 16 bis 17⁰ übertragen wurden, ergab, daß die gleiche Lichtmenge bei den gleichen Samen und den gleichen Temperaturen doch eine deutliche Steigerung der Keimprozente zu bewirken imstande ist“.

Mit den damals bereits angeführten Versuchen einer gegensinnigen Lichtwirkung bei der gleichen Keimungstemperatur von 16 bis 17⁰ war bereits der Nachweis erbracht, daß die Frage der Lichtwirkung nicht nur von der Höhe der Keimbetttemperatur während der Belichtung abhängt. Die prinzipielle Bedeutung dieser älteren Versuche hatte ich seinerzeit allerdings nicht in genügender Weise betont, vor allem wohl, weil es sich damals noch um eine vereinzelte Beobachtung handelte; erst jetzt war es möglich, diese früheren Feststellungen an ähnliche Erscheinungen anzugliedern.

Zunächst sei nochmals auf die merkwürdige Wirkung hingewiesen, welche ein vorhergehender Aufenthalt bei tiefen Temperaturen auf die Samen von Chloris ciliata ausübt. Es ist früher (**6**, **7**) gezeigt, daß gut nachgereifte entspelzte Körner von Chloris ciliata, die bei einer Keimungstemperatur von 33⁰ in Dunkelheit und Licht gleich gut keimen, durch einen vorhergehenden Aufenthalt im Keimbett bei tiefer Temperatur (etwa 12⁰), wobei Keimungen nicht eintreten, so verändert werden, daß sie nunmehr bei 33⁰ im Licht ungleich besser keimen als in Dunkelheit, also lichtempfindlich werden.

Diese merkwürdige Umstimmung findet in den folgenden

Versuchen wieder Verwendung. Es wurden Samen, die bei 22° in Dunkelheit besser keimten als im Licht, einige Zeit im dunkeln Keimbett bei 10 bis 12° gehalten, und dann erst ins belichtete bezw. unbelichtete Keimbett von 22° übertragen; es handelt sich also um eine Wiederholung der oben erwähnten Versuche des Jahres 1911.

Tabelle 18.

Versuche mit entspelzten Körnern von Chloris ciliata. Ernte 1914. Samen am 7. Juli 1915 auf Fließpapier mit dest. Wasser ausgelegt und bis 16. Juli bei 10—12° in Dunkelheit belassen (keine Keimungen), vom 16. Juli ab bei 22°. Zahl der Samen in jeder Versuchsreihe: 2 × 100.

Versuchs-Nr.	Belichtung (vom 16. VII. ab)	Keimprozente bei 22° nach						
		1	2	3	4	6	10	13
		Tagen						
3794, 1a, b	Dunkel	0 0	7 9	18 13	27 22	32 29	33 31	34 31
2a, b	diff. Tageslicht	2 3	15 10	29 26	34 38	47 49	58 53	58 53

In dem vorstehenden Versuch ist bei 22° eine deutliche fördernde Wirkung des Lichtes festzustellen, während die weiter oben in Tabelle 16, Versuch 3805, angeführten Versuche mit der gleichen Keimungstemperatur und dem gleichen Material eine keimungshemmende Wirkung des Lichtes ergeben hatten. Da die eben in Vergleich gesetzten Versuche der Tabellen 16 und 18 nicht genau gleichzeitig durchgeführt sind, sei im folgenden noch eine Versuchsreihe mitgeteilt, in der die nicht vorbehandelten und die zuerst bei 12° gehaltenen Samen am gleichen Tage bei 22° und auch bei 33° zur Keimung gebracht wurden (Tabelle 19, S. 639).

Die Versuche bei 33° ergaben in Übereinstimmung mit den früheren Feststellungen, daß die mit tiefen Temperaturen vorbehandelten Samen durch Lichtwirkung in der Keimung gefördert werden, die nicht vorbehandelten dagegen nicht. Bei einer Keimungstemperatur von 22° sind die Unterschiede zwischen vorbehandelten und nicht vorbehandelten Samen noch größer; denn diese werden ohne Vorbehandlung durch das Licht in der Keimung gehemmt mit Vorbehandlung dagegen durch Lichtwirkung gefördert.

So zeigt auch dieses letzte Beispiel, daß die während der Belichtung einwirkende Keimungstemperatur wohl die

Tabelle 19.

Versuche mit entspelzten Körnern von Chloris ciliata. Ernte 1914.

Samen auf Fließpapier mit destilliertem Wasser.

Zahl der Samen in jeder Versuchsreihe: 2 × 100.

Die Samen der Versuchsreihen 3818 und 3822 sind nicht vorbehandelt; sie wurden am 1. August 1915 in das Keimbett von 22° bzw. 33° ausgelegt.

Die Samen der Versuchsreihen 3819 und 3823 sind vorbehandelt; sie wurden am 17. Juli 1915 ins Keimbett ausgelegt, bis 1. August bei 10—12° in Dunkelheit gehalten (keine Keimungen), und am 1. August in 22° bzw. 33° hell und dunkel umgestellt.

Versuchs-Nr.	Betr. Vorbehandlung	Keimbetttemperatur (vom 1. VIII. ab)	Belichtung im Keimbett (vom 1. VIII. ab)	Keimungen der einzelnen Schalen nach									
				1		2		3		5		7	
				Tagen									
				a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3818, 1a, b	nicht vorbehandelt	33°	Dunkel	51	48	75	70	83	82	85	82	85	82
2a, b	„ „	33°	diff. Tageslicht	47	48	68	73	74	84	76	88	80	88
3819, 1a, b	vorbehandelt	33°	Dunkel	26	31	61	59	61	60	67	60	67	62
2a, b	„	33°	diff. Tageslicht	78	74	82	79	84	81	86	82	88	84
3822, 1a, b	nicht vorbehandelt	ca. 22°	Dunkel	7	6	48	42	66	69	71	81	78	83
2a, b	„ „	ca. 22°	diff. Tageslicht	0	0	5	13	26	24	43	47	49	52
3823, 1a, b	vorbehandelt	ca. 22°	Dunkel	2	3	10	12	19	23	33	35	35	40
2a, b	„	ca. 22°	diff. Tageslicht	12	17	32	49	46	51	58	61	69	66

Frage der Lichtwirkung mitbestimmt, aber andererseits nicht allein ausschlaggebend ist, indem unter bestimmten Voraussetzungen sowohl eine keimungsfördernde wie eine keimungshemmende Wirkung des Lichtes zutage tritt.

VIII. Über die Spelzenfunktion bei der Keimung von Chloris ciliata.

In ausführlichen Versuchsreihen habe ich bereits früher (6, 7) die eigenartige Spelzenfunktion von Chloris ciliata dargelegt, die auf eine Erschwerung des Sauerstoffzutrittes zum eingeschlossenen Korn zurückzuführen ist. Nachgereifte Samen von Chloris ciliata, die entspelzt bei einer Temperatur von 33° in Licht und Dunkelheit gleich gut keimen, keimen im nicht entspelzten Zustand im Licht ungleich besser als in Dunkelheit, sodaß also die Spelzen eine Umwandlung der an sich auch in Dunkelheit keimenden Samen in Lichtkeimer bewirken.

Die folgende Tabelle — ich beschränke mich auf die Wiedergabe einer Versuchsreihe — enthält Versuche mit nicht entspelzten Körnern, die gleichzeitig und in genau entsprechender Weise wie die in Tabelle 19 angeführten Versuche mit entspelzten Körnern durchgeführt sind.

Tabelle 20.

Versuche mit nicht entspelzten Körnern von Chloris ciliata, Ernte 1914. Der Versuch ist mit dem gleichen Material, gleichzeitig und mit der gleichen Methodik durchgeführt wie Versuch von Tabelle 19, nur wurden anstelle entspelzter Körner nicht entspelzte verwendet. Versuche Nr. 3824 und 3826 sind mit nicht vorbehandelten Samen durchgeführt, Versuche Nr. 3825 und 3827 mit Samen, die vom 17. Juli 1915 an zunächst bei 10 bis 12° im dunklen Keimbett gehalten, also vorbehandelt waren. In bezug auf Einzelheiten vergl. Tabelle 19.

Versuchs-Nr.	Betr. Vorbehandlung	Keimbett-temperatur (v. 1. VIII. ab)	Belichtung im Keimbett (v. 1. VIII. ab)	Keimungen der einzelnen Schalen nach 1 Tagen		2		3		5		7 Tagen	
				a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
3824, 1a, b	nicht vorbehandelt	33°	Dunkel	0	0	0	1	6	12	18	20	28	30
2a, b	„ „	„	diff. Tageslicht	0	0	2	0	13	12	42	42	54	51
3825, 1a, b	vorbehandelt	„	Dunkel	2	6	7	12	14	18	23	25	30	37
2a, b	„	„	diff. Tageslicht	10	4	29	16	51	44	73	65	80	72
3826, 1a, b	nicht vorbehandelt	ca. 22°	Dunkel	0	0	0	0	0	0	28	38	50	47
2a, b	„ „	„	diff. Tageslicht	0	0	0	0	0	0	9	8	15	12
3827, 1a, b	vorbehandelt	„	Dunkel	0	0	0	0	6	1	12	8	17	19
2a, b	„	„	diff. Tageslicht	0	0	3	5	15	20	42	48	54	60

Die Ergebnisse der Versuche bei 33° stehen mit den früheren Feststellungen in Einklang: die Spelzen bewirken eine Umwandlung der Samen in Lichtkeimer, denn sie keimen entspelzt und ohne Vorbehandlung in Licht und Dunkelheit gleich gut, nicht entspelzt dagegen in Licht besser als in Dunkelheit. Bei den mit einer Temperatur von 10—12° vorbehandelten Samen kann sich dieser Einfluß der Spelzen nicht in gleich deutlicher Weise bemerkbar machen, weil diese ja schon wegen der Vorbehandlung in Licht besser keimen als in Dunkelheit. Das Gleiche gilt für die vorbehandelten und bei einer Temperatur von 22° zur Keimung gebrachten Körner.

Die nicht vorbehandelten Körner keimen bei 22° entspelzt schlechter in Licht als in Dunkelheit. Hier mußte die Feststellung der Spelzenfunktion von besonderem Interesse sein.

Ein Vergleich der entsprechenden Versuche in Tabelle 19 und 20 ergibt, daß die Spelzenfunktion nun nicht imstande ist, bei einer Keimungstemperatur von 22° die Samen so zu beeinflussen, daß sie im Licht besser keimen als in Dunkelheit. Vielmehr ist auch im unentspelzten Zustand der Keimungsverlauf im Licht ein gehemmter gegenüber dem in Dunkelheit. Während wir also bei 33° eine Umwandlung der entspelzt in Licht und Dunkelheit gleich gut keimenden Samen in Lichtkeimer haben, vermögen die Spelzen bei 22° keine Umwandlung der Samen in dem Sinne zu bewirken, daß eine fördernde Wirkung des Lichtes zutage tritt.

Die Spelzenfunktion macht sich also bei niedrigerer Keimungstemperatur nicht in derartiger Weise bemerkbar wie bei höherer. Daraus kann gefolgert werden, daß die die Spelzenfunktion bedingende Erschwerung des Sauerstoffzutrittes bei niederen Temperaturen verhältnismäßig geringer ist. Das würde mit meinen früheren Ausführungen (**7**) in Übereinstimmung stehen: die Sauerstoffversorgung der in den Spelzen eingeschlossenen Körner muß bei niederen Temperaturen eine verhältnismäßig bessere sein als bei höheren, weil einerseits der Sauerstoffverbrauch der keimenden Körner in der gleichen Zeiteinheit bei niederen Temperaturen ein geringerer, andrerseits die Sauerstoffzufuhr durch Neuabsorption aus der umgebenden Luft entsprechend dem höheren Absorptionskoeffizienten des Wassers bei niederen Temperaturen ein gesteigerter ist.

IX. Über die semipermeable Samenschale von Chloris ciliata.

Im Jahre 1907 erhielten wir durch Brown (**3**) Kenntnis von dem Vorkommen semipermeabler Membranen bei den Gramineenfrüchten; die Samenschale von Gerste, Roggen, Weizen und Hafer läßt zwar Wasser passieren, dagegen nicht ohne weiteres die im Wasser gelösten Stoffe; gewisse Stoffe wie Jod, dringen mit dem Wasser ein, andere, wie z. B. Schwefelsäure, $CuSO_4$, $FeSO_4$ werden dagegen nicht in das Innere des Kornes durchgelassen, sondern können nur dann eindringen, wenn die Samenschale verletzt wird.

Der ersten Veröffentlichung Browns sind dann weitere Arbeiten von Brown (**4**) und von Schroeder (**21**) gefolgt, welche die ersten Befunde bestätigten und erweiterten, während

gleichzeitig Untersuchungen von Armstrong (1) und von Traube (22) sich mit der Erklärung der Erscheinung befaßten.

Auf diesen letzten Punkt soll hier nicht eingegangen werden; es kommt uns im folgenden nur auf die Tatsache an, daß gerade gewisse Gramineenfrüchte durch semipermeable Membranen ausgezeichnet sind und daß nach den bisherigen Feststellungen gerade auch Stoffe wie Salze der Salpetersäure zu denjenigen gehören, die von der semipermeablen Hülle des Kornes nicht durchgelassen werden.

Da Chloris ciliata ebenfalls eine Graminee ist, so liegt die Frage nahe, ob und in welchem Umfang ihre Früchte ebenfalls durch die Anwesenheit einer semipermeablen Hülle ausgezeichnet sind. Die Beantwortung dieser Frage muß um deswillen besonders wichtig erscheinen, weil, wie bereits früher ausführlich gezeigt, sich die fördernde Wirkung des Lichtes im Keimungsprozess durch Anwendung bestimmter chemischer Stoffe ersetzen läßt. Zu diesen keimungsauslösenden Stoffen gehören aber in erster Linie salpetersaure Salze, von welchen für andere Gramineenfrüchte nachgewiesen ist, daß sie nicht in das Innere der unverletzten Körner einzudringen vermögen. Die Möglichkeit eines ähnlichen Verhaltens von Chloris ciliata mußte also in Betracht gezogen werden.

Im Sommer 1914 hat E. A. Krüger auf meine Veranlassung mit Versuchen über die Semipermeabilität der Samenschale der Chloriskörner begonnen; ich selbst habe diese Versuche in den letzten Wochen wiederholt und weiter ausgebaut.

Bei den Krügerschen Versuchen handelt es sich zunächst um die Feststellung des Eindringens von Jodlösungen und von Nitratlösungen in das Innere der Körner. Zu Versuchen mit Jodlösungen eignen sich die Samen von Chloris in ganz ausgezeichneter Weise deswegen, weil sie wegen ihrer relativen Kleinheit und der hornartigen Beschaffenheit des Endosperms fast durchsichtig sind und das Eindringen der Jodlösungen an den eintretenden Verfärbungen gut zu verfolgen gestatten.

Das Eindringen der Jodlösung vollzieht sich nun in derselben Weise wie das seiner Zeit Schroeder (21) für das Verhalten der Weizenkörner ausführlich beschrieben hat: die das Eindringen der Jodlösung anzeigenden Verfärbungen beginnen

nicht allseitig in der gleichen Weise, sondern es färbt sich zunächst der Embryo des Kornes braun, von hier aus setzt dann auch die Blaufärbung des Stärkeendosperms ein und schreitet allmählich nach der Spitze des Kornes fort. Ich gebe das mit Lupenvergrößerung im durchfallenden Licht (Beleuchtung mittels Spiegels von unten) sich bietende Bild in der beistehenden schematischen Weise wieder und unterscheide mit Krüger 4 Stadien: Nr. 0 = keine Verfärbungen, Nr. I = Verfärbung des Embryo und der angrenzenden Schichten des Endosperms, Nr. II = Verfärbung des ganzen Kornes mit Ausnahme der Spitzenregion, Nr. III = Verfärbung des ganzen Kornes.



Abb. 1. Eindringen 1proz. Jodjodkalilösung in unversehrte Körner von Chloris ciliata. Erklärung im Text. (Vergr. ca. 10fach.)

Das Eindringen des Jodes geht äußerst schnell vor sich, schneller als der ebenfalls schnell verlaufende Quellungsprozeß. Hierüber liegen von Krüger umfangreiche Versuchsreihen vor, in denen einerseits trockene Körner in eine 1proz. Jodjodkalilösung eingelegt wurden, und in denen andererseits 10—12 Stunden in destilliertem Wasser vorgequollene Körner in die gleiche Jodlösung übertragen wurden. Diese Vorquellungsdauer ist, wie sich durch entsprechende Untersuchungen (Kobaltchlorürprobe) feststellen läßt, reichlich ausreichend, um bei allen Körnern ein Eindringen des Wassers durch das ganze Korn zu gewährleisten.

Ich beginne mit der Wiedergabe einer Versuchsreihe mit trockenen Körnern:

Tabelle 21.

Versuche von E. A. Krüger über das Eindringen von 1% Jodjodkalilösung in trockene Samen von Chloris ciliata (entspelzte Körner). Versuche in Dunkelheit bei Zimmertemperatur (ca. 22⁰). Zahl der Samen: 18.

Beobachtung nach	Beobachtete Samen im Stadium			
	0	I	II	III
1 Std.	18	0	0	0
2 „	18	0	0	0
3 „	11	6	1	0
4 „	3	15	0	1
5 „	1	12	4	1
6 „	0	2	11	5
7 „	0	0	6	12
8 „	0	0	1	17
10 „	0	0	0	18

Der vorstehende Versuch ist ursprünglich mit 20 Körnern durchgeführt; 2 Körner erwiesen sich nach dem Einlegen in die Jodlösung als beschädigt und sind daher nicht mit berücksichtigt. Es sei bei dieser Gelegenheit darauf hingewiesen, daß man selbstverständlich darauf achten muß, nur intakte Körner zu Versuchen der vorstehenden Art zu verwenden. Ganz läßt sich diese Forderung nicht erfüllen, weil Verletzungen beim Entspelzen sich nicht ganz vermeiden lassen und auch bei vorheriger Lupenbesichtigung nicht immer erkennbar sind. Sofortiges Eindringen der Jodlösung am Versuchsbeginn läßt jedoch diese Körner ohne weiteres hervortreten.

Für intakte Körner können wir nach dem in Tabelle 21 enthaltenen Versuch das beginnende Eindringen der Jodlösung in das Stärkeendosperm etwa nach 3 Stunden, die vollständige Durchtränkung der Körner mit Jodlösung etwa nach 7 Stunden feststellen.

Ungleich kürzer sind diese Zeiten, wenn die Versuche mit vorgequollenen Körnern durchgeführt werden; daraus ist oben bereits gefolgert worden, daß die Jodaufnahme schneller erfolgt als der Quellungsprozeß der Samen.

Tabelle 22.

Versuche von E. A. Krüger über das Eindringen von 1% Jodjodkalilösung in Samen von Chloris ciliata.

Versuchsanstellung wie in Tabelle 21, jedoch sind die Samen 12 Stunden in destilliertem Wasser vorgequollen, bevor sie in die Jodlösung eingelegt wurden.

Zahl der Samen: 17 (ursprünglich 20, 3 erwiesen sich nachträglich als verletzt).

Beobachtung nach	Beobachtete Samen im Stadium			
	0	I	II	III
1 Std.	15	2	0	0
2 „	1	5	2	9
3 „	0	0	2	15
4 „	0	0	0	17
5 „	0	0	0	17

Die in Tabelle 21 und 22 angeführten Versuche lassen keinen Zweifel an der leichten Durchlässigkeit der Samenschale von Chloris für Jod. Allerdings gilt das nicht für die ganze Samenschale, vielmehr deutet schon das allmähliche Vorschreiten der Verfärbung vom Embryoende her daraufhin, daß bei Chloris

eine ähnliche Lokalisierung der Eintrittsstelle vorliegt, wie bei den von Brown und Schroeder näher untersuchten Gramineenfrüchten.

Auf die weitere Wiedergabe der von E. A. Krüger mit Jodlösungen durchgeführten Versuche sei hier verzichtet; die weiteren Versuche behandelten die Frage, ob eine Beeinflußung des Jodeindringens entsprechend der Keimfähigkeit, Nachreifevorgängen, Temperatur, Belichtung, gleichzeitiger Anwesenheit keimungsauslösender Stoffe u. a. vorliegt; sie führten ausnahmslos zu negativen Ergebnissen.

Über das Eindringen von KNO_3-Lösungen hat Krüger nur 2 Versuchsreihen durchgeführt. Es wurden entspelzte Chloriskörner auf Fließpapier, das mit KNO_3 0,01 bzw. 0,05 mol getränkt war, ausgelegt, und das Eindringen der KNO_3-Lösung an Querschnitten auf mikrochemischem Wege (Blaufärbung durch Diphenylamin - Schwefelsäure) untersucht. Die Querschnitte erfolgten stets in der Mitte des Kornes, trafen also den oberen Zipfel des Embryo und das Endosperm.

Tabelle 23.

Versuche von E. A. Krüger.

Entspelzte Körner von Chloris ciliata auf Fließpapier mit KNO_3 0,05 mol.
Serie A: unverletzte Körner, Serie B: Körner mit künstlicher Verletzung am Embryo.
Zahl der Samen bei jeder Untersuchung bei Serie: A: 10, Serie B: 5.
Temperatur: 23 bis 25°

Untersuchung nach	Untersuchungsergebnis	
	Serie: A	Serie: B
15 Std.	9 — 1 +	alle +
30 Std.	7 — 3 +	alle +
54 Std.	3 — 6 + 1 ?	vacat

Während Jodlösung bereits nach spätestens 8 Stunden eingedrungen war, ließ sich KNO_3-Lösung nach 15 Stunden kaum, nach 30 Stunden ebenfalls nur zum geringen Teil und erst nach 54 Stunden in größerem Prozentsatz feststellen. Diese Befunde zeigen, daß das Eindringen der KNO_3-Lösung zum mindesten ungleich langsamer erfolgt als das der Jodlösung.

Bei der Beurteilung der erhaltenen Ergebnisse müssen wir nun weiter die Möglichkeit berücksichtigen, daß die erhaltenen positiven Ergebnisse auf übersehene oder während der Versuchsdauer eingetretene Verletzungen der Samenschalen zurückzuführen sind) denn verletzte Körner (Serie B der vorstehenden Tabelle) ergeben bereits nach kurzer Zeit deutliche positive Reaktion. Die hohen positiven Befunde bei intakten Körnern nach 54 Stunden sind fast mit Sicherheit darauf zurückzuführen, daß die untersuchten Körner stark angequollen und zum großen Teil angekeimt, also nicht mehr intakt waren. Die von Krüger erhaltenen Ergebnisse sprechen also nicht gegen, sondern für das Vorhandensein einer semipermeablen, für KNO_3 durchlässigen Samenschale.

In den letzten Wochen habe ich diese Versuche wiederholt und dabei der durch Quellung bezw. Einleitung des Keimungsprozesses bedingten Sprengung der Samenschale Rechnung getragen, und bin in der Tat auch bei langer Versuchsdauer zu Befunden gekommen, die zeigen, daß KNO_3 nicht in intakte Körner von Chloris ciliata einzudringen vermag. Es genügt die Wiedergabe der folgenden Versuchsreihe.

Tabelle 24.

Entspelzte Körner von Chloris ciliata in Schalen mit KNO_3 0,1 mol. Lösung eingelegt.
Serie A unverletzte Körner.
Serie B am Embryoende leicht geritzte Körner.

Untersuchung nach	Serie A		Serie B	
	Zahl der untersuchten Samen	Befund	Zahl der untersuchten Samen	Befund
14 Std.	12	alle —	5	alle +
24 „	8	7 — 1 +	3	alle +
48 „	12	10 — 2 +	vacat	
72 „	6	6 —	3	alle +
96 „	12	9 — 3 +	3	alle +

Während bei verletzten Körnern bereits nach 14 Stunden übereinstimmend Nitrat im Innern nachzuweisen war, sind die intakten Körner noch nach 96 Stunden zum weitaus größten Teil frei von Nitrat. Gewisse positive Befunde konnten aller-

dings auch hier gemacht werden; in zwei der beobachteten Fälle ließ sich doch nachträglich mikroskopisch nachweisen, daß feine, bei Lupenvergrößerung übersehene Risse der Samenschale die Ursache waren. Die Lupenbesichtigung des Materiales wurde zum ersten Male vorgenommen, bevor die Körner in die mit KNO_3-Lösung gefüllte Schale eingelegt wurden; eine zweite Besichtigung erfolgte unmittelbar vor der mikrochemischen Untersuchung, wobei ebenfalls nur äußerlich intakte Körner ausgewählt wurden. Mit zunehmender Versuchsdauer wird es natürlich immer schwieriger, intakte Körner anzutreffen, da die Körner stark quellen und, trotzdem sie in der Lösung liegen, ankeimen. Mit längerer Versuchsdauer mehren sich also in außerordentlicher Weise die Fälle, in denen die Samenschale gesprengt wird, und in gesteigertem Maße die Möglichkeit vorliegt, ganz leicht gesprengte Körner fälschlich als intakte zu benutzen. Positive Befunde bei langer Versuchsdauer sind also immer mit einer gewissen Vorsicht zu beurteilen, während negative ohne weiteres beweiskräftig sind.

Im übrigen können wir gerade bei Chloris auf die beweisende Kraft von Versuchen mit langer Versuchsdauer verzichten; für die Frage der Lichtkeimung genügt der Nachweis, daß KNO_3 in den ersten 48 bis 72 Stunden nicht in das Innere des Kornes eindringt, denn die keimungsauslösende Wirkung der KNO_3-Lösung offenbart sich unter entsprechenden Temperaturverhältnissen bereits in dieser Zeit; ich verweise als Beispiel auf die in Tabelle 12 und 13 enthaltenen Ergebnisse, weiter vor allem auf meine früheren Versuche mit Nährlösung (**7**), deren keimungsauslösende Kraft ja auf ihren Nitratgehalt zurückgeführt werden konnte (**8**).

Versuche der in Tab. 24 wiedergegebenen Art wurden insgesamt siebenmal mit verschiedenen Temperaturen (13/14^0, 22^0, 33^0), verschiedenen Konzentrationen von KNO_3 (0,01, 0,05, 0,1 mol) und in einem Versuch auch mit $Mg(NO_3)_2$ durchgeführt, stets mit dem gleichen Ergebnis, daß intakte Körner, bei denen eine Sprengung oder Verletzung der Samenschale nicht festzustellen ist, sehr schnell das Wasser, dagegen nicht das Nitrat eindringen lassen. Ganz vereinzelte positive Fälle, etwa in dem in Tabelle 24 wiedergegebenen Umfang, waren auch hier nicht

ganz zu vermeiden, weil eben die Lupenbesichtigung keine absolute Sicherheit gibt, daß die Körner wirklich ganz intakt sind. Daher scheint es berechtigt zu sagen, daß die Samenschale von Chloris für die untersuchten Nitrate KNO_3 und $Mg(NO_3)_2$ undurchlässig ist.

Daß wir es in der Tat mit einer semipermeablen Membran zu tun haben, zeigten noch die folgenden, in Anlehnung an einen früheren Brownschen Versuch (**3**) durchgeführten Versuchsreihen: entspelzte Körner wurden, teils intakt, teils am Embryo leicht geritzt, zunächst auf 24 Stunden oder längere Zeit in 1 proz. Jodlösung gelegt, und dann in 5 proz. Natriumhyposulfitlösung, welche die Jodwirkung rückgängig macht, übertragen. Die verletzten Körner entfärben sich dann in der Weise, wie es die nebenstehende Figur andeutet, also von der Verletzungsstelle aus. Die intakten Körner andererseits bleiben tagelang (die Beobachtungen wurden bis auf 10 Tage ausgedehnt!) in der Sulfitlösung liegen, ohne sich zu verändern; der Embryo bleibt tiefbraun, das Endosperm schwarzblau. In ganz verschwindenden Ausnahmen wurde eine Entfärbung auch bei äußerlich intakten Körnern beobachtet; in einem mit 50 intakten Körnern durchgeführten Versuch entfärbten sich nur 3; bei einem begann die Entfärbung vom Embryoende her, bei den beiden anderen dagegen von der Spitze her. Schon dieser Unterschied deutet darauf hin, daß es sich um übersehene Verletzungen handeln dürfte. Bei der Kleinheit der Körner von Chloris ciliata müssen wir leider mit dieser Fehlerquelle rechnen.



Abb. 2. Entfärben von verletzten Chloris-Samen, die vorher in Jodlösung gelegen hatten, mittels 5proz. Natriumhyposulfitlösung.
Bei * die Verletzungsstelle, bei 1—4 am Embryo, bei 5 an der Spitze des Kornes.
Nr. 1 bei Einlegen in Hyposulfitlösung.
„ 2 nach $3^1/_2$ Stunden.
„ 3 „ 7 „
„ 4 „ 10 „
„ 5 „ $2^1/_2$ „
(Vergr. ca. 10fach.)

Im übrigen aber lassen auch diese Versuche keinen Zweifel, daß die Samenschale von Chloris ciliata semipermeabel ist; sie zeigen weiter, daß die Semipermeabilität nicht an das

lebende Korn gebunden ist, denn auch die durch Jod abgetöteten Körner zeigen kein Eindringen der Hyposulfitlösung.

Die Versuche über die semipermeable Samenschale von Chloris lassen sich natürlich noch weiter ausbauen; die bisherigen Versuche genügen jedoch zu dem Nachweis, daß keimungsauslösende Stoffe (Nitratlösungen) innerhalb einer dem normalen Keimungsverlauf mindestens entsprechenden Zeit nicht in das Innere der intakten, ungekeimten Körner einzudringen vermögen.

X. Über Verfärbungen von Samen und Keimungssubstrat.

Im folgenden sei in Kürze einiger mehr gelegentlicher Beobachtungen über Verfärbungen von Samen im Keimbett sowie des Keimbettes selbst gedacht. Es ist nicht unmöglich, daß diese Verfärbungen irgend welchen Veränderungen der Samenschale parallel gehen, welche imstande sind, den Keimungsprozeß in dieser oder jener Richtung zu beeinflussen.

Bei Keimungsversuchen kann man sehr oft die Beobachtung machen, daß die Farbe der ausgelegten Samen sich verändert. Für Chloris ciliata habe ich bereits früher (7) einige Beobachtungen dieser Art mitgeteilt. Aber auch bei anderen Samen ist mir die Erscheinung nicht selten begegnet. So werden die braunen Körner von Gloxinia hybrida im Keimbett dunkelbraun-schwarz. Die braunen Körner von Azalea verfärben sich violettlich usw. Oft kann man auch die Beobachtung machen, daß das Substrat die Verfärbung mitbestimmt. Chlorissamen werden auf Ammoniaksalzen meist dunkelbraun, das Gleiche gilt für Ranunculus sceleratus. Die violettliche Verfärbung der Azalea-Samen fehlt auf Salpetersäure; ebenso zeigt Gloxinia hybrida je nach Substrat Verschiedenheiten.

Ein weiteres, ebenfalls noch sehr der Erforschung bedürftiges Gebiet sind die Verfärbungen des zu den Versuchen meist verwendeten Fließpapier-Substrates. Bei sehr vielen Samen läßt sich unmittelbar ein Diffundieren von Stoffen in das als Keimbett dienende feuchte Fließpapier beobachten und zwar ebenfalls gleichzeitig wieder eine Beeinflussung dieses Vorganges durch die chemische Beschaffenheit des Substrates. Bei Digitalis lutea diffundiert bereits wenige Stunden nach erfolgtem

Auslegen der Samen ins Keimbett ein rotbrauner Farbstoff; die auf Fließpapier liegenden Körner von Gloxinia sind meist von einer gelben Zone umgeben. Bei Epilobium hirsutum können wir auf destilliertem Wasser und KNO_3-Lösung das Diffundieren eines bräunlichen Farbstoffes, auf Salzsäure dagegen das eines bläulichen Farbstoffes beobachten. Bei Chloris ciliata verfärbt sich ebenfalls, allerdings nur sehr langsam, das Filtrierpapier, und zwar ließ sich hier in verschiedenen Fällen die Beobachtung machen, daß das Papier der belichteten Schalen längere Zeit oder dauernd weiß blieb, während das der unbelichteten eine schmutzig hell-bräunliche Färbung annahm. Es deutet dies darauf hin, daß entweder die Bildung des diffundierenden Stoffes durch Lichtwirkung verhindert oder aber der gebildete Stoff selbst durch das Licht entfärbt wird.

Mit dieser Aufzählung einiger Beispiele will ich es genügen lassen. Mir lag nur daran, einmal auf die Tatsache hinzuweisen, daß Stoffe aus den Samen bezw. aus der Samenschale in das Keimsubstrat diffundieren. Die vorstehenden kurzen Ausführungen geben vielleicht die Veranlassung, daß auch von anderer Seite diesen Diffusionsvorgängen Aufmerksamkeit geschenkt wird.

XI. Über das Problem der Lichtkeimung.

Zur Erklärung der Tatsache, daß das Licht keimungsauslösend zu wirken vermag, kommen in der Hauptsache drei Wege in Betracht.

Zunächst kann man die Wirkung des Lichtes als Reizwirkung auffassen. Pfeffer (**20**) und Jost (**14,** S. 405) vertreten diesen Standpunkt, und Lehmann (**16,** S. 468) hat noch 1912 die Reiznatur der Lichtwirkung weiter zu stützen versucht.

Von diesem Standpunkt ist der letztere Autor jedoch neuerdings (**17, 18**) abgekommen und betrachtet jetzt die Lichtwirkung als katalytische Wirkung. Er geht davon aus, daß bekanntlich bei der Samenkeimung Enzyme eine außerordentliche Rolle spielen, und da sich die Lichtwirkung bei seinen Versuchssamen durch Auslegen der Samen auf gewisse Enzyme und durch Anwendung von Säure ersetzen ließ, so faßt er entsprechend die Lichtwirkung als katalytisch auf. Lehmanns Schüler Otten-

wälder (**19**) geht den gleichen Weg, weicht jedoch in der Begründung darin ab, daß er die keimungsauslösende Wirkung der Enzyme im Keimbett als experimentell noch nicht genügend gestützt beiseite läßt.

Einen dritten Weg habe ich selbst bereits (**6, 7,** S. 85) angedeutet: es gibt die Möglichkeit, daß der eigentliche Keimungsprozeß bei lichtempfindlichen Samen genau so verläuft wie bei nicht lichtempfindlichen, und daß die Lichtempfindlichkeit darin besteht, daß sich in irgend einer Weise erst während der Keimung ein »Hemmungsprinzip« ausbildet, dessen Bildung bzw. Wirksamkeit entweder durch Licht oder durch Anwendung chemischer Stoffe aufgehoben wird, so daß die Samen nur unter den letzteren Bedingungen keimen. Es würde sich also bei der keimungsfördernden Wirkung des Lichtes um die Hemmung einer Hemmung handeln.

Was die erste Möglichkeit, die Auffassung der Lichtwirkung als Reizwirkung anbetrifft, so schienen mir bereits 1911 wichtige Momente gegen eine derartige Möglichkeit zu sprechen (**7,** S. 85). Durch genauere Feststellung der erforderlichen Belichtungsintensitäten und Belichtungszeiten hat neuerdings Ottenwälder (**19,** S. 820) weiteres Material in dem Sinne zusammengetragen, daß das Licht nicht als Reiz wirken kann; denn ein Reizmengengesetz ließ sich nicht ableiten, und die Gültigkeit des Fechnerschen Gesetzes nicht beweisen.

In dem ersten Teil der vorstehenden Arbeit habe ich nun selbst Versuche zusammengestellt, die ebenfalls gegen die Reiznatur der Lichtwirkung sprechen. Es sind das einmal die Versuche mit latenter Lichtwirkung, in denen festgestellt wurde, daß das Licht zwar für sich nicht keimungsauslösend wirkt, andrerseits aber die Samen so verändert, daß an dem Vorliegen einer Lichtwirkung kein Zweifel sein kann; es sind das weiter vor allem die Versuche mit Trocknung der Samen zwischen Belichtung und Keimungsauslösung. Hier bot Ranunculus sceleratus ein ganz ausgezeichnetes Objekt, bei dem sich Lichtwirkung und Keimungsverlauf beliebig trennen läßt. Die Tatsache, daß sich im Keimbett belichtete Samen trocknen und wochenlang trocken aufbewahren lassen, und daß dann bei späterer Einleitung des Keimungsverlaufes die frühere Lichtwirkung trotz-

dem in voller Schärfe hervortritt, widerspricht allen unseren bisherigen Kenntnissen auf dem Gebiet der Reizphysiologie. Eine ausschließliche Reizwirkung des Lichtes kann bei der Lichtkeimung von Ranunculus sceleratus **nicht** in Betracht kommen.

Was nun zunächst die im obigen dargelegten neueren Keimungsergebnisse mit den Samen von Chloris ciliata anbetrifft, so drehen sich diese in der Hauptsache um die Frage, in welchem Umfang Beziehungen zwischen Lichtwirkung und Keimbetttemperatur vorliegen. Bisher war man der Meinung, daß die Frage, in welchem Umfang und in welchem Sinne das Licht die Keimung beeinflußt, in erster Linie durch die Keimbetttemperatur bestimmt wird. Ohne hier nochmals auf die überaus komplizierten Keimungsverhältnisse von Chloris ciliata im einzelnen einzugehen, sei das prinzipielle Neue und Wichtige herausgehoben und dahin ausgedrückt, daß die ausschließliche Bedeutung, die wir bisher bei der Frage der Lichtwirkung der Temperatur beilegten, nicht besteht. Es gelang auf ganz verschiedenen Wegen, bei vollständig gleichen Temperaturverhältnissen des Keimbettes eine verschiedene und zwar auch gegensinnige, d. h. teils fördernde teils hemmende Lichtwirkung zu erzielen.

Aus diesen Versuchen folgt mit Notwendigkeit, daß die Lichtwirkung bei der Keimung kein einfacher Prozeß ist. Und da wir bei der gleichen Keimungstemperatur je nach der Versuchsanstellung entweder eine keimungsauslösende oder eine keimungshemmende Wirkung des Lichtes feststellen können, so liegt die Annahme nahe, daß das Licht bei jeder Temperatur, also gleichzeitig, zwei verschiedene Wirkungen ausübt, eine keimungsauslösende und eine keimungshemmende, von denen je nach den besonderen Umständen entweder die eine oder die andere zutage tritt.

Auf jeden Fall lassen diese neueren Feststellungen die Frage der Lichtkeimung ungleich komplizierter erscheinen, als wir es früher geahnt haben. Die Einzelheiten der Keimungsbedingungen einer einzigen Samenart wie Chloris cilitia sind bereits derartig verwickelte, daß für den Versuchsansteller die Darstellung

der Versuchsergebnisse, für den Leser der Überblick über die mannigfachen Versuchsreihen immer schwieriger wird.

Im Hinblick auf diese Mannigfaltigkeit der Erscheinungen bemerke ich von vornherein, daß die Zeit eines Verständnisses dieser Erscheinungen noch nicht gekommen ist; ich muß mich hier ebenfalls darauf beschränken, nur den Weg anzudeuten, auf dem wir nach meiner Meinung einer Lösung der schwebenden Probleme näher kommen können.

Von den oben angedeuteten Möglichkeiten einer Erklärung der Lichtwirkung hatten wir die einer Reizwirkung aus gewichtigen Gründen ausgeschaltet, so daß dann weiter die katalytische Lichtwirkung und die Theorie eines Hemmungsprinzipes übrig bleiben.

Für die erstere führen, wie bereits oben erwähnt, Lehmann (**17, 18**) und Ottenwälder (**19**) vor allem die Tatsache ins Feld, daß Säuren Lichtwirkung zu ersetzen vermögen. Es gilt das für die von diesen Autoren untersuchten Samen, vor allem Epilobiumarten; ich selbst habe in den von mir untersuchten Fällen eine spezifische keimungsauslösende Wirkung der Säuren nicht festgestellt, wohl aber eine solche der N-Verbindungen, Nitrate, Nitrite usw. (**8, 9**). Die von Lehmann-Ottenwälder gegebene Begründung der katalytischen Wirkung des Lichtes kann dementsprechend nur eine beschränkte Gültigkeit für die von diesen Autoren untersuchten Samen haben, für welche eine fördernde Säurewirkung festgestellt ist; sie schwebt dagegen für die von mir untersuchten Fälle, und das sind nicht wenige, in der Luft.

Im übrigen seien in bezug auf die Annahme einer katalytischen Lichtwirkung in dem von Lehmann angedeuteten Sinne einige Bemerkungen hier angefügt. Lehmann und Ottenwälder gehen davon aus, daß die Mobilisierung der Reservestoffe die Keimungsauslösung bewirkt. »Enzyme, Salzsäure und Licht, zu der sich dann noch erhöhte Temperatur und in vielen Fällen der Sauerstoff gesellen, haben alle dieselbe Wirkung, sie beschleunigen oder ermöglichen die Keimung. Das kann aber nach unseren heutigen Erfahrungen auf keinem anderen Wege geschehen, als durch Beschleunigung der Abbauvorgänge im Samen. Eine solche Beschleunigung wird

aber sicher katalytischer Natur sein, und so kommen wir zu dem Ergebnis, daß wir dem Lichte hier katalytische Funktionen beim Eiweißabbau zuzusprechen haben« (**17**, S. 391).

Wenn wir zur klareren Betrachtung der Verhältnisse eine örtliche Trennung zwischen Keimling und Reservestoffgeweben annehmen, wie das z. B. bei den Gräsern der Fall ist, so würde also z. B. die Mobilisierung der im Endosperm enthaltenen Stoffe den Keimling zum Wachstum anregen.

Hier erheben sich unzweifelhaft gewisse Schwierigkeiten, und diese Schwierigkeiten bleiben in prinzipieller Weise auch für den Fall bestehen, daß Teile des Keimlings selbst als Reservestoffgewebe ausgebildet sind. Es kann m. E. kaum bewiesen erscheinen, daß die Mobilisierung der Reservestoffe bzw. die diesem Prozeß unmittelbar vorangehenden Verschiebungen enzymatischer Natur das Primäre und die Erweckung des Embryo das Sekundäre ist. Unseren sonstigen Kenntnissen entspricht es eigentlich mehr in dem Erwachen der Lebensfunktionen des Embryo das Primäre zu sehen.

In dieser Richtung lassen sich also gewisse Bedenken geltend machen. Im übrigen enthält natürlich die Annahme einer katalytischen Lichtwirkung in der jetzigen Form durchaus noch keine endgültige Klarlegung des Problems der Lichtkeimung, sondern nur einen Hinweis, in welcher Richtung wir die Erklärung zu suchen haben.

Damit will ich zu dem von mir näher untersuchten Fall von Chloris ciliata zurückkehren. Zunächst ist oben schon betont, daß Säure als solche nicht keimungsauslösend wirkt, womit die von Lehmann-Ottenwälder gegebene Motivierung der Lichtwirkung als katalytischer fortfällt; prinzipiell noch wichtiger ist nun aber der in den obigen Ausführungen erbrachte Nachweis, daß keimungsauslösende Stoffe wie Nitrate gar nicht in das Innere der ungekeimten Körner einzudringen vermögen und trotzdem keimungsauslösend wirken. Hier trennen sich die von Lehmann-Ottenwälder und mir eingeschlagenen Wege vollständig; denn Lehmann-Ottenwälder geben ausdrücklich das Eindringen der Säure in das Sameninnere an.

Selbstverständlich müssen wir mit der Möglichkeit rechnen, daß wir verschiedene Typen der Lichtkeimung zu unterscheiden

haben, und darum will ich die an Chloris erhaltenen Befunde nicht ohne weiteres verallgemeinern und nicht als Beweis gegen eine katalytische Lichtwirkung in den von Lehmann-Ottenwälder beobachteten Fällen anführen. Auf einen Punkt möchte ich aber doch noch hinweisen; nach Lehmann (**16**, S. 486) wirkt die Entfernung der Samenschale ebenfalls als Ersatz der Lichtwirkung; man kann sich nun sehr wohl vorstellen, daß die von ihm beobachtete Säurewirkung — und es sind zum Teil nicht geringe Konzentrationen, welche in den Versuchen Lehmann-Ottenwälders in optimaler Weise keimungsauslösend wirkten — die Samenschale in einer Weise verändert, welche der mechanischen Entfernung der Samenschale gleich kommt. Dann aber würde der Nachweis des Eindringens der Säuren in das Sameninnere kein wirklicher Beweis dafür sein, daß die Säure nur innerlich wirkt. Daß Veränderungen der Samenschale bei Keimung auf Säure gerade auch in den von Lehmann-Ottenwälder benutzten Samenarten wie Epilobium vorliegen, dafür reden die Verfärbungen des Keimbettes eine deutliche Sprache. Berücksichtigen wir ferner, daß nach Crocker und Davis (**5**) bei der Keimung von Alisma die hier ebenfalls zu beobachtende fördernde Wirkung von Säuren auf eine Veränderung und Erweichung der Samenschale zurückzuführen ist, so liegt es nahe, ähnliche Betrachtungen auch für die Samenschale anderer, durch Säurewirkung in der Keimung geförderter Samen anzustellen. —

Bei Chloris ciliata haben wir nun den prinzipiell äußerst wichtigen Fall, daß chemische Stoffe keimungsauslösend wirken, ohne in das Innere der Samen eindringen zu können. Diese Feststellung weist mit Notwendigkeit darauf hin, die keimungsauslösende Wirkung der betreffenden Stoffe auch in Vorgängen außerhalb des betreffenden Kornes zu suchen, und da keimungsauslösende Wirkung der N-Verbindungen und des Lichtes in gleicher Richtung liegen, so ergibt sich die Folgerung, auch die fördernde Lichtwirkung außerhalb des Kornes zu verlegen.

Damit aber komme ich auf das zurück, was ich bereits 1911 (**7**, S. 94) andeutete. Die Hypothese, die ich damals aufstellte, war die »Annahme der allmählichen, während des

Aufenthalts im Keimbett erfolgenden Ausbildung eines Hemmungsprinzipes« die durch Lichtwirkung bzw. Anwendung chemischer Stoffe inaktiviert bzw. verhindert wird. Ich hatte damals bereits mit der Möglichkeit gerechnet, daß dieses Hemmungsprinzip außerhalb des Kornes etwa als Hemmungsschicht sich bildet. Ob das richtig ist, wage ich auch heute nicht zu behaupten, denn es gibt auch andere Möglichkeiten, etwa Veränderung des Substrates, Ausscheidung von löslichen Hemmungsstoffen usw.

Die Hypothese eines äußeren Hemmungsprinzipes, die ich seinerzeit mehr als Arbeitshypothese aufgestellt hatte, um verschiedenartige Beobachtungen unter einheitlichen Gesichtspunkten zusammenfassen zu können, läßt sich nach den oben gemachten Ausführungen von dem Nichteindringen keimungsauslösender Stoffe kaum noch als in der Luft schwebend bezeichnen, sondern hat nunmehr eine tatsächliche Grundlage.

Und nun seien noch einige weitere Momente angeführt, die ebenfalls auf ein äußerliches Hemmungsprinzip, das natürlich auf den inneren Samen zurückwirken kann, vielleicht auch von hier aus beeinflußt werden kann, hindeuten. Es sind das zunächst die im X Abschnitt erwähnten Beobachtungen über die Diffusion von Stoffen aus den Samen in das umgebende Substrat. Weitere Beobachtungen finden sich in der Literatur. Ich verweise auf die Beobachtungen Gümbels (**12**, S. 285) über eine Beeinflußung des Keimbettes durch irgendwelche, von den Samen ausgeschiedenen Stoffe. Ich verweise ferner auf die Abhängigkeit des Auftretens von Schimmelpilzen im Keimbett, worüber Kinzel (**15**) in Berücksichtigung der Beobachtungen von Windisch (**11**) ausführlich berichtet. Auch andere Beobachtungen Kinzels (**15**), so z. B. über die keimungsauslösende Wirkung des Waschens der Samen, die sonst nicht zur Keimung schreiten, gehören hierher. Von neuesten Arbeiten sei auf Untersuchungen Heinrichers (**13**) hingewiesen, die von ihrem Autor allerdings ganz anders gedeutet werden. Es hat sich gezeigt, daß die Samen der Zwergmistel »auf totem, anorganischen Material (Glasplatten) nicht zu keimen vermögen, hierzu aber durch Zellulose als Reizstoff in vorzüglicher Weise angeregt werden. Auch bei den Keimungen auf den Fichten-

holzbrettchen . . . . dürfte der Zellulose die Reizwirkung zuzuschreiben sein«. Gegen diese Deutung einer keimungsauslösenden Wirkung des Filtrierpapieres lassen sich mannigfache Bedenken geltend machen; eine Reizwirkung durch ungelöste Stoffe ist nicht recht vorstellbar, außerdem befindet sich ja Zellulose im Innern der Samen. Mit viel mehr Wahrscheinlichkeit dürfte die Erklärung der interessanten Beobachtungen Heinrichers in der Richtung zu suchen sein, daß bei Keimung auf Glas die gebildeten keimungshemmenden Stoffe an der Oberfläche des Samens bleiben, bei Keimung auf Holz oder Filtrierpapier dagegen durch Diffusion in das Substrat verdünnt und so unschädlich werden. Das würde mit den Ausführungen Wiesners (23), welcher ebenfalls den Hemmungsstoffen bei der Keimung der Mistelsamen eine Rolle zuweist, in Übereinstimmung stehen.

Es lassen sich also in der Tat für die Bildung und Ausscheidung äußerer, die Keimung beeinflußender Stoffe verschiedene Momente anführen; auch die Verfärbungen der Schale der im Keimbett liegenden Samen lassen sich in diesem Sinne verwenden. Auch die Tatsache, daß Samen mit schwarzer, lichtundurchlässiger Samenschale durch Lichtwirkung beeinflußt werden, wird verständlicher, wenn wir mit der Möglichkeit einer Beeinflußung von Stoffen an der Oberfläche oder außerhalb des Kornes rechnen. Weitere Untersuchungen in der Richtung eines äußeren Hemmungsprinzipes erscheinen natürlich noch dringend wünschenswert, aber auch Erfolg versprechend.

Vielleicht können wir auch durch chemische Untersuchungen der Frage der Bildung eines äußeren Hemmungsprinzipes näher kommen. Die Frage dürfte deswegen keine ganz einfache sein, weil sichtlich sowohl äußere Faktoren, wie auch Eigentümlichkeiten der Samen selbst mitspielen. Es sei hier nur noch betont, daß die Beeinflußung des Hemmungsprinzipes durch Lichtwirkung im Hinblick auf die Abhängigkeit der Lichtkeimung von der Temperatur kein einfacher photochemischer Prozeß sein kann.

Bei der Frage der Lichtkeimung haben wir bisher die keimungsfördernde Wirkung des Lichtes in den Vordergrund gestellt; daneben gibt es, wie wir gesehen hatten, sogar bei dem gleichen Samenmaterial, eine keimungshemmende. Worin

diese besteht, ob sie mit der fördernden unmittelbar verbunden ist, oder unabhänig davon in ganz anderer Weise sich vollzieht, läßt sich augenblicklich nicht endgültig entscheiden. Jedoch gibt die Feststellung, daß keimungsauslösende Stoffe wohl die keimungsfördernde Wirkung des Lichtes zu ersetzen vermögen, dagegen nicht die keimungshemmende in entsprechender Weise beeinflußen, einen Hinweis in dem Sinne, daß die keimungshemmende Wirkung des Lichtes in anderer Richtung zu suchen ist als die keimungsfördernde; die erstere vielleicht in einer Beeinflußung des inneren Kornes, möglicherweise auf die im normalen Keimungsverlauf sich abspielenden enzymatischen Vorgänge, die letztere, wie wir oben sahen, anscheinend in der Beeinflußung eines äußeren Hemmungsprinzipes. Auffallend ist es auf jeden Fall, daß wir Stoffe, welche die keimungshemmende Wirkung des Lichtes zu paralysieren vermögen, nicht kennen, während wir die keimungsauslösende Wirkung des Lichtes in mannigfacher Weise durch chemische Stoffe ersetzen können.

Auch in dieser Beziehung öffnet sich also noch ein weites Feld für künftige Forschungen, die uns hoffentlich der Lösung der strittigen Fragen näher bringen. Bis jetzt ist das Lichtkeimungsproblem durch die Feststellung der verschiedensten Einzelheiten nicht gerade einer Lösung näher gekommen; im Gegenteil, je mehr wir uns in das Problem zu vertiefen suchen, um so größere und zahlreichere Schwierigkeiten ergeben sich.

So können wir vorläufig nur in durchaus hypothetischer Form Richtungswege anzeigen, auf denen, soweit wir augenblicklich die Verhältnisse überblicken, eine Lösung der strittigen Probleme zu suchen sein dürfte. Mehr wollte ich auch nicht in den vorstehenden Zeilen. Daß die soeben durchgeführte Behandlung des Gegenstandes eine nur flüchtige und unvollkommene ist, dessen bin ich mir durchaus bewußt. Meine ursprüngliche Absicht einer umfassenderen Bearbeitung der Fragen, vor allem auch unter vollständiger Berücksichtigung der einschlägigen Literatur mußte ich wegen plötzlicher militärischer Einberufung aufgeben und auf einen späteren Zeitpunkt verschieben.

XII. Inhaltsübersicht und Hauptergebnisse.

I. Einleitung (S. 609).

II. Über latente Lichtwirkung bei der Keimung lichtempfindlicher Samen (S. 610). In Fällen, in denen lichtempfindliche Samen infolge besonderer Temperaturverhältnisse des Keimbettes durch Lichtwirkung nicht zur Keimung gebracht werden, ist das Licht trotzdem nicht wirkungslos. Eine fördernde Lichtwirkung ist vorhanden, bleibt jedoch latent, bis sie durch besondere Versuchsanstellung nachgewiesen werden kann.

III. Über die Einwirkung des Trocknens auf vorher belichtete Samen (S. 614). Im Keimblatt belichtete Samen zeigen die fördernde Lichtwirkung auch dann, wenn zwischen Belichtung und Auslösung der Keimung ein Trocknen und längeres trockenes Aufbewahren der Samen eingeschaltet wird. Es gilt das insbesondere auch für die im II. Abschnitt dargelegte latente Lichtwirkung.

IV. Über das Zusammenwirken von Licht und keimungsauslösenden Stoffen (S. 617). Die keimungsauslösende Wirkung des Lichtes läßt sich, wie a. O. gezeigt ist, durch Anwendung chemischer Stoffe ersetzen. Bei kombinierter Anwendung von Licht und keimungsauslösenden Stoffen auf lichtempfindliche Samen lassen sich folgende Fälle unterscheiden:

1. keimungsförderndes Licht und keimungsauslösende Stoffe addieren sich in ihren Wirkungen.
2. die keimungsfördernde Wirkung des Lichtes macht bei Keimung auf keimungsauslösenden Stoffen einer keimungshemmenden Platz, so daß also beide einander entgegenwirken.

Der erste Fall gilt für geringe, der zweite für starke, bereits etwas schädigend wirkende Konzentrationen keimungsauslösender Stoffe.

V. Über Lichtwirkung bei Keimung auf nicht keimungsauslösenden Stoffen (S. 627). Lichtempfindliche Samen, die bei Keimung auf destilliertem Wasser eine keimungsfördernde Wirkung des Lichtes zeigen, zeigen die gleiche Wirkung auch bei Keimung auf schwachen Lösungen nicht keimungsauslösender Stoffe. Bei starken Lösungen dagegen, die an sich bereits keimungshemmend wirken, macht die keimungsfördernde Wirkung des Lichtes einer keimungshemmenden Platz.

VI. Über Lichtwirkung in Abhängigkeit von Keimbetttemperatur und Nachreife (S. 632). Die älteren Angaben über die Bedeutung der Nachreifevorgänge für die Keimungsverhältnisse von Chloris ciliata sind dahin zu erweitern, daß die Nachreifevorgänge eine allmähliche Veränderung der Samen in dem Sinne bewirken, daß die im Anfang durch Lichtwirkung in der Keimung geförderten Samen zunächst durch Licht nicht mehr gefördert werden, bis schließlich die keimungsfördernde Wirkung des Lichtes einer keimungshemmenden Platz macht. Die Höhe der Keimungstemperatur spielt insoweit eine Rolle, als die keimungshemmende Wirkung des Lichtes sich bei niederen Keimungstemperaturen ungleich zeitiger, d. h. in früheren Nachreifestadien und auch relativ stärker offenbart, als bei hohen Keimungs-

temperaturen. So kommt es, daß wir bei Samen mittlerer Nachreife ceteris paribus bei niederer Keimungstemperatur eine keimungshemmende, bei hoher dagegen eine keimungsfördernde Lichtwirkung beobachten können.

VII. Über Lichtwirkung auf vorbehandelte Samen (S. 636). Die in den Abschnitten IV—VI zusammengestellten Versuche zeigen bereits, daß die Höhe der Keimbetttemperatur zwar, wie seit einigen Jahren bekannt, die Frage der Lichtwirkung mitbestimmt, daß sie jedoch entgegen unseren bisherigen Anschauungen eine ausschließliche Sonderstellung nicht einnimmt. Vielmehr gelang es, bei völlig gleichen Temperaturverhältnissen eine ganz verschiedenartige Lichtwirkung zu erzwingen.

Einen weiteren Fall dieser Art stellen die im VII. Abschnitt enthaltenen Versuche dar, in denen Samen von Chloris ciliata bei einer bestimmten Keimungstemperatur entweder sofort belichtet oder aber zunächst mit niederen Temperaturen vorbehandelt und dann erst bei der gleichen Keimungstemperatur belichtet wurden. Je nachdem, ob die Samen mit niederen Temperaturen vorbehandelt waren oder nicht, wurden die gleichen Samen bei der gleichen Keimungstemperatur durch die gleiche Belichtung entweder gefördert oder gehemmt.

VIII. Über die Spelzenfunktion bei der Keimung von Chloris ciliata (S. 639). Die Versuchsergebnisse stehen mit den älteren Angaben in Übereinstimmung.

IX. Über die semipermeable Samenschale von Chloris ciliata (S. 641). Die Körner von Chloris ciliata sind wie andere Gramineenfrüchte durch eine semipermeable Hülle ausgezeichnet. Diese Feststellung ist insoweit von prinzipiellem Interesse, als sich zeigte, daß die Samenschale von Chloris für keimungsauslösende Stoffe (Nitrate) nicht durchlässig ist.

X. Über Verfärbungen von Samen und Keimungssubstrat (S. 649). Verfärbungen von Samen im Keimbett und Keimungssubstrat lassen sich häufig beobachten und sind vielleicht für die Klärung des Problems der Lichtkeimung nicht ohne Interesse.

XI. Über das Problem der Lichtkeimung (S. 650). Die in den vorhergehenden Abschnitten enthaltenen Ergebnisse lassen sich noch nicht in vollem Umfange deuten, sprechen jedoch dagegen, daß wir die fördernde Wirkung des Lichtes in einer Reizwirkung (Pfeffer-Jost) oder in einer katalytischen Wirkung auf das Sameninnere (Lehmann-Ottenwälder) zu erblicken haben. Die Lösung scheint, wenigstens was die fördernde Lichtwirkung anbetrifft, in der Richtung der Beeinflussung eines »Hemmungsprinzipes« durch Lichtwirkung bzw. chemische Stoffe zu liegen.

Es sei nochmals betont, daß die gezogenen Schlußfolgerungen vorläufig hypothetischer Natur und unter diesem Vorhehalt wiedergegeben sind.

Rostock i. M., Botanisches Institut der Universität,
z. Zt. Neustrelitz, August 1915.

Literaturverzeichnis.

1. Armstrong, H. E., The origine of osmotic effects. Proceed. Royal Soc., Serie B, Vol. 81, S. 94.
2. Baar, H., Über den Einfluß des Lichtes auf die Samenkeimung und seine Abhängigkeit von anderen Faktoren. Sitz.-Ber. Kais. Akad. Wiss. Wien. 1912, **121**, 1—39.
3. Brown, A. J., On the Existence of a semipermeable membrane enclosing the seeds of some of the Gramineae. Ann. of Bot. **21**, 1907. 79—89.
4. —, The selective permeability of the coverings of the seeds of Hordeum vulgare. Proceed. of the Royal Soc., 1909, B., Vol. 81, S. 82.
5. Crocker, W., and Davis, W. E., Delayed germination in Seed of Alisma Plantago. Bot. Gaz. 1914. **58**, 285—321.
6. Gaßner, G., Vorläufige Mitteilung neuerer Ergebnisse meiner Keimungsuntersuchungen mit Chloris ciliata. Ber. D. B. G. 1911. S. 788.
7. —, Untersuchungen über die Wirkung des Lichtes und des Temperaturwechsels auf die Keimung von Chloris ciliata. Jahrb. d. Hamb. Wiss. Anst. 1911. **29**. 1—121.
8. —, Über die keimungsauslösende Wirkung der Stickstoffsalze auf lichtempfindliche Samen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1915. **55**, 259—342.
9. —, Einige neue Fälle von keimungsauslösender Wirkung der Stickstoffverbindungen auf lichtempfindliche Samen. Ber. D. B. G. 1915. **33**, 217—232.
10. —, Fragmentarisch gebliebene Arbeiten gefallener Kriegsteilnehmer aus dem Botanischen Institut der Universität Rostock. Sitz-Ber. d. Naturforsch. Gesellsch. Rostock, 1915.
11. Green-Windisch, Bioch. Zentralbl. f. Agrik. Chemie. 1905. S. 623. (Zitiert nach Kinzel.)
12. Gümbel, H., Untersuchungen über die Keimungsverhältnisse verschiedener Unkräuter. Landw. Jahrb. 43. 1912.
13. Heinricher, E., Über besondere Keimungsbedingungen, welche die Samen der Zwergmistel, Arcenthobium Oxycedri (D. C.) M. Bieb. beanspruchen. Zentralbl. f. Bakt. II. Abt. 1915. **42**, 705—711.
14. Jost, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 3. Aufl. Jena 1913.
15. Kinzel, W., Frost und Licht als beeinflussende Kräfte bei der Samenkeimung. Stuttgart 1913.
16. Lehmann, E., Über die Beeinflussung lichtempfindlicher Samen durch die Temperatur. Zeitschr. f. Bot. 1912. **4**, 465—529.
17. —, Über katalytische Lichtwirkung bei der Samenkeimung. Biochem. Zeitschr. 1913. **50**, 388—392.
18. Lehmann, E., u. Ottenwälder, A., Über katalytische Wirkung des Lichtes bei der Keimung lichtempfindlicher Samen. Zeitschr. f. Botanik V. 1913. 337—364.
19. Ottenwälder, A., Lichtintensität und Substrat bei der Lichtkeimung. Zeitschr. f. Bot. VI. 1914. 785—848.
20. Pfeffer, Pflanzenphysiologie. Leipzig. 1904,
21. Schroeder, H., Über die selektiv permeabele Hülle des Weizenkornes. Flora N.F. **2**, 1911. 186—208.
22. Traube, J., Biochem. Zeitschr. 1910. **24**, S. 323. Pflügers Archiv 1910. **132**, S. 511 (zitiert nach Schroeder).
25. Wiesner, J. v., Über die Ruheperiode und über einige Keimungsbedingungen der Samen von Viscum album. Ber. D. B. G. 1887. **15**, S. 512.

Besprechungen.

Büren, G. von, Die schweizerischen Protomycetaceen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Entwickelungsgeschichte und Biologie. Beitr. z. Kryptogamenflora der Schweiz. V, 1.

Bern. K. I. Wyss. 1915. 95, Textabb. und 7 Taf. 8°.

Die dem Institut von E. Fischer in Bern entstammende gründliche Arbeit behandelt Entwickelungsgeschichte und Cytologie, Biologie und Systematik der kleinen Gruppe der Protomycetaceen. Die freilich näherer Ergänzung bedürftigen cytologischen Beobachtungen des Verf. machen es wahrscheinlich, daß in der jungen Dauerspore von Protomyces Kernverschmelzungen stattfinden, denen bei der Bildung der Sporen durch Vierteilung der Mutterzellen Reduktionsteilung folgt. Die im System viel gewanderte Familie würde, wenn dies sich weiter bestätigt, dann bei den Ascomyceten zur Ruhe kommen und dort nach des Verf. Ansicht eine Stellung etwa einnehmen wie die Ustilagineen in der Basidiomycetenreihe.

In Nährlösungen erzeugten die Sporen, welche nach Überwinterung leicht keimen, bei Protomyces nach vorheriger Copulation, bei Protomycopsis ohne solche, hefeartige Sprossungen. Infektionsversuche mit Sporen gelangen leicht und führten zur Unterscheidung spezialisierter Rassen, die außer auf ihren Hauptwirt sich künstlich auch auf Nebenwirte übertragen ließen, auf denen sie in der Natur nicht vorkommen. Pastinaca sativa erwies sich als »Sammelwirt« für Rassen, die in der Natur auf der genannten Pflanze nicht gefunden werden. Die Literatur ist eingehend berücksichtigt, und allen Arten ist ein Verzeichnis der schweizerischen Fundorte beigefügt. Als neue Art ad interim wird P. Crepidis, auf Crepis biennis und paludosa, von v. Thümens P. pachydermus abgetrennt. Büsgen.

Zickes, H., Vergleichende Untersuchungen über Sphaerotilus natans (Kützing) und Cladothrix dichotoma (Cohn) auf Grund von Reinkulturen.

Centralbl. f. Bakt. II. 1915. **43,** 529.

Verf. erledigte die interessante und wichtige Aufgabe, die beiden äußerst verbreiteten Wasserorganismen Sphaerotilus natans und Cladothrix dichotoma, über deren Natur in der Literatur trotz zahlreicher Untersuchungen noch große Unklarheit herrschte, morphologisch und physiologisch genau zu untersuchen.

Beide Organismen wurden häufig für identisch gehalten. Verf. gelang es nachzuweisen, daß dieselben sowohl morphologisch als physiologisch wesentliche Unterschiede aufweisen, daß es sich also um zwei ganz verschiedene Organismen und nicht nur um verschiedene Wachstumsformen desselben Organismus handelt.

Cladothrix dichotoma ist besonders charakterisiert durch Fäden mit häufiger falscher Verzweigung. Die Fäden sind schmäler als die von Sphaerotilus, die Schwärmer sind lophothrisch begeißelt. Der Organismus zeigt in Peptonwasser gutes Wachstum.

Sphaerotilus natans unterscheidet sich von Cladothrix besonders durch seltene oder ganz fehlende Verzweigung der Fäden. Die Schwärmer besitzen nur eine seitlich ansitzende Geißel. Sphaerotilus wächst in Peptonwasser fast nicht.

Cladothrix dichotoma wird von manchen Autoren zu den eisenspeichernden Organismen gezählt. Verf. gibt an, daß er seine Reinkulturen dieses Organismus zur Nachprüfung der Winogradskyschen Hypothese über die Ernährung der Eisenbakterien verwendet hat. Cladothrix dichotoma steht morphologisch der Leptothrix ochracea, einem typischen Eisenbakterium, von dem Molisch gezeigt hat, daß es auch in Kulturen ohne Eisenzusatz gut wachsen kann, sehr nahe.

Verf. kultivierte Cladothrix dichotoma in technisch eisenfreien Lösungen und in solchen mit Eisen- bzw. Mangangehalt, und fand, daß in allen angewendeten Nährlösungen ein Wachstum eintritt, und zwar in Lösungen mit den Metallen besser als in solchen ohne dieselben. Er schließt daraus, »daß Cladothrix sich ganz gut der Reihe jener Eisenorganismen angliedern läßt, welche einerseits in eisenfreien Nährlösungen zu wachsen vermögen, andererseits auch in manganhaltigen Nährsubstraten in ganz üppiger Weise gedeihen können«.

In eisen- und manganhaltigen Nährlösungen wachsen fast alle Bakterien und Pilze besser als in von diesen Metallen technisch freien Lösungen. Inwiefern Verf. durch seine Versuche etwas zur Lösung der

in ihren Hauptpunkten noch nicht genügend erforschten Eisenbakterienfrage beigetragen zu haben meint, ist nicht ersichtlich. In seiner Arbeit fehlt leider jede Angabe darüber, ob und unter welchen Bedingungen Cladothrix in der Scheide Eisen bzw. Mangan gespeichert hat. Wenn Cladothrix in technisch eisenfreien Lösungen gedeihen kann, so ist damit doch keinewewegs erwiesen, daß das Eisen in eisenhaltigen Lösungen unter anderen Kulturbedingungen eine hohe ernährungsphysiologische Bedeutung für den Organismus haben kann.

In meiner Bakteriensammlung befinden sich seit Jahren Reinkulturen von niederen grünen Algen. Dieselben wachsen im Dunkeln auf demselben Nähragar wie die Bakterien, ernähren sich also trotz ihren Clorophyllgehaltes rein heterotroph. In anorganischer Nährlösung assimilieren sie im Licht sofort wieder Kohlensäure. Auch von verschiedenen autotrophen Bakterienarten ist bekannt, daß sie sowohl autotroph als hetereotroph leben können. Die in letzter Zeit häufig in der Literatur auftretende Behauptung, daß die Eisenbakterien, speziell Leptothrix ochracea, von der Eisenspeicherung keinen ernährungsphysiologischen Vorteil haben, weil sie auch, ohne Eisen bzw. Mangan zu speichern, wachsen können entbehrt vorläufig jeder Begründung.

Im übrigen sind die Untersuchungen über die beiden wichtigen Wasserorganismen von Zickes vorzüglich durchgeführt worden und füllen eine empfindliche Lücke in unserer Kenntnis der Biologie des Wassers aus.

R. Lieske.

Lipman, C. B, und Sharp, L. T., Effect of moisture content of a sandy soil on its nitrogen fixing power.

The bot. Gaz. 1915. **59,** 402 ff.

Die Verfasser prüften die Bindung des atmosphärischen Stickstoffs durch die natürlichen Bewohner eines sandigen, kalifornischen Bodens in ihrer Beeinflussung durch seinen Wassergehalt: Je 50 g lufttrockener Boden wurden mit 1 g Mannit und verschiedenenen Wassermengen versetzt und 3 Wochen bei 28 bis 30^0 gehalten. Das Ergebnis war, daß der größte Betrag an Stickstoff bei einem Wassergehalt von 20 und 24 vom Hundert (auf lufttrockenem Boden bezogen) gebunden wurde. Bei niederem Wassergehalte dürften die aerophilen, bei höherem die anaëroben der Stickstoffbindung fähigen Organismen vorwiegend wirksam sein. Kann man dieser Vermutung der Verfasser auch ohne weiteres zustimmen, so erscheint doch ihre Erklärung zu der Gleichheit des Stickstoffgewinnns bei 20 und 24 prozentigem Wassergehalt, daß nämlich bei jenem Wassergehalt die aëroben, bei diesem die anaëroben Binder des Stickstoffs tätiger gewesen sind, als willkürlich. Behrens.

Toenniessen, E., Über Vererbung und Variabilität bei Bakterien. Ein Beitrag zur Entwickelungslehre.
Biol. Centralbl. 1915. **35,** 281.

Eine zusammenfassende Darstellung von Befunden, die Toennissen schon an anderen Stellen (Centralbl. f. Bakteriol. I. Abt. Orig. 1, Bd. 69, S. 391, Bd. 73, S. 241, Bd. 75, S. 97) getrennt veröffentlicht hat, verbunden mit allgemeinen Ausblicken und Darlegungen.

Ausgegangen wurde von einer „reinen Linie" des Pneumoniebacillus Friedländer, in der verschiedene Fälle und verschiedene Arten des Verlustes der Kapselbildung und, damit Hand in Hand gehend, der Virulenz beobachtet wurden. Der Verfasser unterscheidet drei Kategorien von dieser Variation:

1. Modifikation, allmählich sich einstellend, am leichtesten durch fortgesetzte Kultur auf Schrägagar zu erhalten und durch Überimpfung auf Tiere sofort wieder in den Typ umzuwandeln, aber auch bei Plattenkultur sofort zum Teil zurückschlagend.

2. Mutation, sprunghafter Verlust des Vermögens der Schleimbildung, bei der üblichen Art der Weiterkultur erblich, aber durch Tierpassage — allerdings schwerer als die Modifikation — und auch durch Aussaat alter Kulturen wieder zum Ausgangstyp zurückführbar.

3. Fluktuation, stets spärliches Entstehen mehrerer Varianten, die im Grade der Abweichung (Verlust des Schleimbildungsvermögens) eine stetige Reihe bilden, und von denen die fortgeschrittenen aus den dem Typ näherstehende, durch allmähliche im Lauf der Generationen zunehmende Abänderung entstehen. Von den beobachteten Formen der Variation besitzt die Fluktuation den höchsten Grad der Erblichkeit, doch ließ sich durch zahlreiche Tierpassagen die weitgehendste der drei isolierten Fluktuationen der mittleren wenigstens stark nahe bringen, so daß Verfasser es für wahrscheinlich hält, daß bei Fortsetzung der Tierpassagen völlige Rückkehr zum Typus zu erzielen gewesen wäre.

Wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, gebraucht der Verfasser die Ausdrücke Mutation und Fluktuation sonderbarer- und bedauerlicherweise in ganz anderem Sinne wie die moderne Vererbungswissenschaft. Alle seine drei Arten der Variabilität gehören in deren Sinne zu den Modifikationen, nur seine Fluktuation würde sich der Mutation in etwa nähern, sofern sie wenigstens einen etwas höheren Grad von Beständigkeit zeigt. Nach Toenniessen kommt denn auch die Fluktuation allein als Artbildend in Betracht. Weshalb der Verfasser die feststehenden Fachausdrücke der Vererbungswissenschaft, deren Hand- und Lehrbücher er im Literaturverzeichnis anführt, einfach und willkürlich umdeutet, wird nicht begründet, nicht einmal hervorgehoben. Auf diesem Wege

macht sich jeder seine Privatnomenklatur, und ein gegenseitiges Verständnis wird schließlich unmöglich.

Im theoretischen Teil führt Verfasser als vierte Art der Variation die Kombination (Bastardierung) an, die bei Bakterien natürlich fehlt. Über die Ansicht, daß die Bakterien besonders geeignet seien zur Untersuchung über die Vererbung, kann man zweifelhaft sein, sofern eben gerade das Fehlen geschlechtlicher Fortpflanzung eine Analyse von Vererbungseinheiten (Genen, Faktoren) von vornherein ausschließt, damit aber die Erkennung von Mutation — im Sinne der Vererbungslehre — schwer, wenn nicht unmöglich macht. Nebenbei sei der einleitende Satz der Arbeit, der Rob. Koch als den Entdecker der Artkonstanz bei den Bakterien hinstellt, dahin richtig gestellt, daß man dem Verdienste Kochs nicht zu nahe tritt, wenn man die Lehre der Artkonstanz auf F. Cohn und seine Schule zurückführt, der allerdings im gewissen Sinne auch R. Koch angehörte. Behrens.

Juel, H. O., Untersuchungen über die Auflösung der Tapetenzellen in den Pollensäcken der Angiospermen.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1915. (Pfeffer-Festband). **56**, 337—364.

Ref. hatte seinerzeit auf Grund der Literaturangaben über die Pollenentwicklung die Ansicht ausgesprochen, daß bei den Angiospermen in der Regel ein Periplasmodium gebildet werde. Tischler hat nun vor kurzem gezeigt, daß bei den Monokotylen nur in wenigen Fällen die Protoplasten der Tapetenzellen zu einem einheitlichen, lebenden Plasmakörper verschmelzen, daß dagegen meist die Periplasmodienbildung ganz ausbleibt oder Zwischenbildungen auftreten. Die vorliegende Arbeit Juels bringt für die hauptsächlich untersuchten Dikotylen ein ähnliches Ergebnis. Auch bei diesen findet Verf. nur in fünf Fällen Periplasmodien. Unter ihnen können wir aber, in Übereinstimmung mit Tischler, diejenigen nicht als echte Periplasmodien bezeichnen, bei denen keine vollständige Verschmelzung der Tapetenprotoplasten stattfindet, so daß als typische Beispiele nur zwei Pflanzen, Lonicera coerulia und Valeriana officinalis, übrig bleiben. Die Bildung typischer Periplasmodien scheint demnach bei den Dikotylen noch seltener zu sein wie bei den Monokotylen. Im übrigen findet auch Juel eine ganze Reihe von Zwischenstufen zwischen echter Periplasmodiumbildung und Auflösung der Tapetenzellen ohne vorhergehende Gestaltsveränderung. Solche Zwischenstufen kamen vor bei 15 von 26 untersuchten Dikotylen. Auch die von Tischler beschriebene Wabenbildung durch zellstoffartige Substanzen wiederholt sich bei den Diko-

tylen, und zwar zum Teil (bei Cucurbita und Campanula) in recht auffallender Weise. Hannig.

Weevers, Th., Die letale Einwirkung einiger organischen Giftstoffe auf die Pflanzenzelle.

Recueil des Trav. bot. Néerl. 1914. **11**, 312—341.

Untersuchungsgegenstand ist die Frage, ob sich Giftwirkungen auf Pflanzenzellen allgemeiner durch die Adsorptionsisotherme $^1/_t = kc^p$ darstellen lassen, wie zuerst Wo. Ostwald angenommen hatte und der Verf. für die Chloroformwirkung auf Pflanzen früher gleichfalls gefunden zu haben meinte. Für die Anthocyan-Exosmose aus dem Beta-Wurzelparenchym nach Einwirkung von Chinin und Chloralhydrat scheint nun nach den vorliegenden Mitteilungen obige Formel nur innerhalb sehr enger Grenzen zu entsprechen. Die Tötungszeiten bei sehr verdünnten Lösungen waren viel länger als die Adsorptionsisotherme annehmen ließe. p liegt bei Chinin zwischen 0,76 und 4, bei Chloralhydrat zwischen 1 und 2, mit wachsender Verdünnung zunehmend. Der Temperaturkoeffizient für Chinin war 2,0 bis 3,6 zwischen 0^0 und 40^0 C; er erwies sich zwischen 0^0 bis 10^0 am größten und nahm mit steigender Temperatur ab.

Weitere Versuche betreffen die kombinierte Einwirkung von organischen Giften und Aluminiumchlorid. Die Resultate bestätigen und erweitern die früheren Angaben von Szücs.

Theoretisch deutet Verf. nach wie vor die Giftwirkungen als Adsorptionsvorgänge. Beziehungen zur Oberflächenaktivität der Substanzen ergaben sich hinsichtlich der untersuchten toxischen Wirkungen nicht. Die pathologische Permeabilitätsvermehrung sucht Verf. im Anschlusse an die von Loewe entwickelten Ideen zu erklären, indem durch die Giftstoffe lyophile Plasmakolloide in lyophobe übergehen, unter Verdrängung des Bindungswassers und »Zunahme des freien Wassers«.

Czapek.

Neue Literatur.

Bakterien.

Barthel, Chr., Das kaseïnspaltende Vermögen von zur Gruppe Streptococcus lactis gehörenden Milchsäurebakterien. (Centralbl. f. Bakt. II. *1915*. **44**, 76—89.)

Boekhout, F. W. J., und **Ott de Vries, J. J.,** Über die Selbsterhitzung des Heues. (Ebenda. 290—304.)

Gieszczykiewicz, M., und **Sierakowski, St.,** Ein choleraähnlicher Vibrio. (Centralbl. f. Bakt. I. *1915*. **76**, 465—469.)

Ozaki, Y., Zur Kenntnis der anaëroben Bakterien der Mundhöhle. III. Über eine Spirochäte. (Ebenda. 469—495.)

Thöni, J., und **Allemann, O.**, Bakteriologische und chemische Untersuchungsergebnisse von fehlerhaften Emmentaler Käsen. (Centralbl. f. Bakt. II. *1915*. **44**, 101—116.)

Pilze.

Brenner, W., Nachtrag zur „Stickstoffnahrung der Schimmelpilze". (Centralbl. f. Bakt. II. *1915*. **44**, 304—305.)

Henneberg, W., Über den Kern und über die bei der Kernfärbung sich mitfärbenden Inhaltskörper der Hefezellen. (Ebenda. 1—58.)

Höhnel, F. v., Fragmente zur Mykologie. (XVII, Nr. 876—943.) (Sitzgsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien. *1915*. 111 S.)

Leininger, H., Physiologische Untersuchungen über Cyathus striatus Willd. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915*. **33**, 288—300.)

Macků, J., und **Kaspar, Al**, Eßbare und giftige Pilze. 4 farb. Taf. Promberger, Olmütz. *1915*.

—, —, Praktischer Pilzsammler. Ill. Taschen-Bestimmungsbuch zum Bestimmen aller in unserer Heimat wachsenden eßbaren und giftigen Pilze auf Grund ihrer wissenschaftlichen Systematik usw. Mit 162 farb. und 20 schwarzen Abb. auf 48 Taf. Promberger, Olmütz. *1915*. 8⁰. 207 S.

Ricken, A., Die Blätterpilze (Agaricaceae) Deutschlands und der angrenzenden Länder, besonders Österreichs und der Schweiz. Mit 112 kol. Taf. nach naturtreuen Vorlagen des Verf. 15. Lief. (XXIV, VIII u. S. 449—480.) gr8⁰. Weigel, Leipzig. *1915*.

Grafe, V., und **Vouk, V.**, Das Verhalten einiger Saccharomyceten (Hefen) zu Inulin. (Zeitschr. f. Gärungsphys. *1915*. **3**, 327—333.)

Will, H., Vergleichende morphologische und physiologische Untersuchungen an vier Kulturen der Gattung Pseudosaccharomyces Klöcker (Saccharomyces apiculatus Reeß). (Centralbl. f. Bakt. II. *1915*. **44**, 225—290.)

—, Beobachtungen über das Vorkommen lebens- und vermehrungsfähiger Zellen in sehr alten Würzekulturen von untergäriger Bierhefe. (Ebenda. 58—76.)

Algen.

Buchheim, A., Der Einfluß des Außenmediums auf den Turgordruck einiger Algen. (Diss. Bern.) Bern, Wyss. *1915*. **8**, 71 S.

Greger, J., Beitrag zur Kenntnis der Entwicklung und Fortpflanzung der Gattung Microthamnion Naeg. (Hedwigia. *1915*. **56**, 374—380.)

Ostenfeld, C. H., Om Algeslaegten Halosphaeros systematiske Stilling. (Bot. Tidsskr. *1915*. **34**, 70—76.)

Vouk, V., Die Untersuchungen über Phytobenthos im Quarnerogebiet. (Acad. sc. et arts des slaves du Sud de Zagreb. *1915*. 66—77 und 99—117.)

Flechten.

Goebel, K., s. unter Morphologie.

Rietz, G. E., Lichenologiska anteckningar från östra Småland (Lichenologische Aufzeichnungen aus dem östlichen Småland). (Svensk. bot. tidskr. *1915*. **9**, 114—117.)

Moose.

Doposcheg-Uhlár, J., Über äußere und innere Brutbecherbildung an den Antheridienständen von Marchantia geminata. (Flora. *1915*. [2] **8**, 261—270.)

Müller, K., Die Lebermoose (Musci hepatici) (unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas). (Rabenhorsts Kryptogamen-Flora. 6. Bd. Lief. 23. Leipzig. *1915*.

Warnstorf, C., Vegetative Vermehrung bei Bryum elegans Nees. (Hedwigia. *1915.* **56,** 372—373.)
Williams, R. S., Mosses from the west coast of South America. (Bull. Torrey bot. club. *1915.* **42,** 393—405.)

Farnpflanzen.

Goebel, K., s. unter Morphologie.
Rosenstock, E., Filices novoguineenses novae, a cl. G. Bamler anno 1914 collectae. (Hedwigia. *1915.* **56,** 349—354.)
—, Filices brasilienses novae. (Ebenda. 355—371.)
Schumann, E., Die Acrosticheen und ihre Stellung im System der Farne. (Flora. *1915.* [2] **8,** 201—260).
Straszewski, H. von, Die Farngattung Platycerium. (Ebenda. 271—310.)
Woynar, H., Zur Nomenklatur einiger Farngattungen. (Hedwigia. *1915.* **56,** 381—387.)

Gymnospermen.

Burlingame, L. L., The origin and relationships of the Araucarians. I. (The bot. gaz. *1915.* **60,** 1—26.)
Bailey, I. W., and **Shepard, H. B.,** Sanios laws for the variations in size of Coniferous tracheids. (Ebenda. 66—71.)

Morphologie.

Goebel, K., Morphologische und biologische Bemerkungen. (Flora. *1915.* [2] **8,** 311—318.)
Ortlepp, K., Monographie der Füllungserscheinungen bei Tulpenblüten, nebst einem Anhang über die Kultur und das Treiben gefüllter Tulpen. Th. O. Weigel, Leipzig. *1915.* 8°. 267 S.

Gewebe.

Heric, G., Zur Anatomie exzentrisch gebauter Hölzer. (Diss. Freiburg i. Schweiz.) Narodna Tiskarna Görz. *1915.* 8°. 60 S.
Irving, W., and **Shepard, H. B.,** s. unter Gymnospermen.
Link, A., Über Ringbildung bei einigen Tropenhölzern. (Verhandl. naturhist. Ver. Heidelberg. N. F. *1915.* **13,** 355—394.)
Poulsen, V. A., Anatomiske Studier. (Kgl. danske Videnskal. Selsk. Forhandl. *1915.* Nr. 2. 181—198.)

Physiologie.

Barthel, Ch., s. unter Bakterien.
Blaauw, A. H., Recherches et théories sur la sensibilité physiologique. (Arch. mus. Teyler. *1915.* [3] **3,** 1—44.)
Boekhout, F. W. J., und **Ott de Vries, J.,** s. unter Bakterien.
Brenner, W., s. unter Pilze.
Grafe, V., und **Vouk, V.,** s. unter Pilze.
Buchheim, A., s. unter Algen.
Holle, H., Untersuchungen über Welken, Vertrocknen und Wiederstraffwerden. (Flora. *1915.* [2] **8,** 73—126.)
Harvey, E. M., and **Rose, R. C.,** The effects of illuminating gas on root systems. (The bot. gaz. *1915.* **60,** 27—44.)
Leininger, H., s. unter Pilze.
Meisling, A., Jodstivelsereaktionens Holdbarhed i Blade. (Bot. Tidsskr. *1915.* **34,** 68—70.)

Nothmann-Zuckerkandl, H., Über die Erregung der Protoplasmaströmung durch verschiedene Strahlenarten. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915.* **33,** 301—313.)

Renner, O., Erwiderung auf den Aufsatz von A. Ursprung: Filtration und Hebungskraft. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915.* **33,** 280—283.)

Rose, D. H., Oxidation in healthy and diseased apple bark. (The bot. gaz. *1915.* **60,** 55—65.)

Simon, S. V., Studien über die Periodizität der Lebensprozesse der in dauernd feuchten Tropengebieten heimischen Bäume. (Jahrb. f. wiss. Bot. *1915.* **54,** 71—187.)

Spiro, K., Eine neue Reaktion auf Wasserstoffsuperoxyd. (Zeitschr. f. anal. Chem. *1915.* 345—347.)

Trülzsch, O., Über die Ursachen der Dorsiventralität der Sprosse von Ficus pumila und einigen anderen Pflanzen. (Jahrb. f. wiss. Bot. *1915.* **59,** 1—70.)

Vouk, v., Gutacija i hidatode kod Oxalisvrstâ. — Guttation und Hydathoden bei Oxalis-Arten. (Ac. sc. et arts des slaves du Sud de Zagreb. *1915.* 125—130.)

Waśniewski, S., Der Einfluß der Temperatur, des Lichtes und der Ernährung mit Stickstoff und Mineralstoffen auf den Stoffwechsel in den Keimpflanzen des Weizens. (Bull. ac. sc. Cracovie. Cl. sc. math. et nat. B. *1914.* 615—686.)

Willstätter, K., und **Stoll, A.**, Über die Assimilation ergrünender Blätter. (Sitzgsber. Kgl. pr. Akad. Wiss. *1915.* 524—531.)

Fortpflanzung und Vererbung.

Buder, J., Chimären und Propfmischlinge. (Die Naturwiss. *1915.* Heft 1—3.)

Dahlgren, K. V. O., Über die Überwinterungsstadien der Pollensäcke und der Samenanlagen bei einigen Angiospermen. (Svensk. bot. tidskr. *1915.* **9,** 1—12.)

—, Über die Embryologie von Acicarpha tribuloides Jun. (Ebenda. 184—192.)

Gertz, O., En variationsstatistik undersökning å Anthemis tinctoria L. (Eine variationsstatisische Untersuchung der Anthemis tinctoria L.) (Ebenda. 160—171.)

Holmgren, J., Die Entwicklung des Embryosackes bei Anthemis tinctoria. (Ebenda. 171—184.)

Lundqvist, G., Die Embryosackentwicklung von Pedicularis sceptrum carolinum L. (Zeitschr. f. Bot. *1915.* **7,** 545—581.)

Ökologie.

Blomqvist, S. G., Såndortens inflytande på Cirsium acaule L. (Der Einfluß des Standortes auf Cirsium acaule L.). (Svensk. bot. tidskr. *1915.* **9,** 23—29.)

Goebel, K., s. unter Morphologie.

Heintze, A., Om synzoisk fröspridning genom fåglar. (Über synzoische Samenverbreitung durch die Vögel.) (Svensk. bot. tidsskr. *1915.* **9,** 13—23.)

Ljungqvist, J. E., Jakttagelser öfver hydrochora spridningsheter. (Beobachtungen über hydrochore Verbreitungseinheiten.) (Ebenda. 220—236.)

Merl, E. M., Beiträge zur Kenntnis der Utricularien und Genliseen. (Flora. *1915.* [2] **8,** 127—200.)

Ule, E., Biologische Beobachtungen im Amazonasgebiet. (Vortr. a. d. Gesamtgeb. d. Bot. *1915.* Heft 3. 19 S.)

Vischer, W., Experimentelle Beiträge zur Kenntnis der Jugend- und Folgeformen xerophiler Pflanzen. (Flora. *1915.* [2] **8,** 1—72.)

Vouk, v., Das Problem der pflanzlichen Symbiosen. Biologen-Kalender 1914. Teubner, Leipzig. *1914.* 46—68.)

Systematik und Pflanzengeographie.

Ball, C. R., Notes on North American willows. II. (The bot. gaz. *1915.* **60,** 45—54.)

Bornmüller, O., Reliquiae Straussianae. Weitere Beiträge zur Flora des westlichen Persiens. (Beih. bot. Centralbl. II. *1915.* **33,** 165—269.)

Bornmüller, G., Plantae Brunsianae. Aufzählung der von F. Bruns im nördlichen Persien gesammelten Pflanzen. (Ebenda. 270—324.)
Britton, N., Studies of West Indian plants. VI. (Bull. Torrey bot. club. *1915.* **42,** 365—393.)
Fries, E. Th., Spridda växtgeografiska bidrag. (Vermischte pflanzengeographische Beiträge.) (Svensk bot. tidskr. *1915.* **9,** 108—112.)
Frödin, J., Några märkliga sydberg i Lule Lappmark. Tvänne nya lokaler för Potentilla multifida. (Einige bemerkenswerte Südberge der Lule Lappmark. Zwei neue Fundorte der Potentilla multifida.) (Ebenda. 192—220.)
Guinea, Nova, Résultats de l'expédition scientifique néerlandaise à la Nouvelle-Guinée en 1912 et 1913 sous les auspices de A. Franssen Herderschee. (Mit holländ. u. französ. Titel.) Vol. XII. Botanique. Livr. 3. E. J. Brill, Leide. *1915.* **4,** 173—272 m.
Herring, W., Dr. E. Obst's botanische Sammlung aus dem abflußlosen Rumpfschollenland des nordöstlichen Deutsch-Ostafrika. (Mitt. Geogr. Ges. Hamburg. *1915.* **29,** 207—216.)
—, Systematische und pflanzengeographische Studien über die Baccharis-Arten des außertropischen Südamerika. (Jahrb. Hamburg. wiss. Anst. *1913.* [*1914.*] **31,** 65—173.)
Höck, F., Verbreitung der reichsdeutschen Zweikeimblätter (Dicotyledoneae). (Beih. bot. Centralbl. II. *1915.* **33,** 325—389.)
Hruby, J., Die pflanzengeographischen Verhältnisse der Ostsudeten und deren Nachbargebiete. (Ebenda. 119—164.)
Kirsten, W., Führer durch die Pflanzenwelt im Tiergarten zu Nürnberg. Koch, Nürnberg. *1915.* 8⁰. 42 S.
Koehne, E., Zwei neue Amelanchier aus dem westlichen Nordamerika. (Bot. Jahrb. f. System. [Engler]. *1915.* **52,** 277—278.
—, Zur Kenntnis von Prunus Grex Calycopadus und Grex Gymnopadus Sect. Laurocerasus. (Ebenda. 279—333.)
—, Neues zur Gattung Pygeum. (Ebenda. 334—345.)
Krause, E. H. L., Die nelken- und meldenartigen Gewächse Elsaß-Lothringens. (Beih. bot. Centralbl. II. *1915.* **33,** 441—500.)
Lauterbach, C., Schlechter, R., Beiträge zur Flora von Papuasien IV. Nr. 35. Diels, L., Neue Anonaceen von Papuasien. Nr. 36. Neue Menispermaceen von Papuasien. Perkins, J., Beiträge zur Kenntnis der Monimiaceen Papuasiens. (Bot. Jahrb. f. System. [Engler]. *1915.* **52,** 197—220.)
Mackenzie, K. K., Notes on Carex VIII. (Bull. Torrey bot. club. *1915.* **42,** 405—23.)
Matsson, L. P. R., Öfversikt af de nordeuropeiska formerna af Rosa mollis Sm. (Übersicht über die nordeuropäischen Formen der Rosa mollis Sm.) (Svensk. bot. tidskr. *1915.* **9,** 30—72.)
Ostenfeld, C. H., Nye Fund af Oenanthe fluviatilis i Sylland. (Bot. Tidsskr. *1915.* **34,** 80—82.)
Rikli, M., Kreta und Sizilien. XIII. Heft 1 u. 2 von G. Karsten u. H. Schenck, Vegetationsbilder. Fischer. Jena. *1915.*
Romell, L., Gränser och zoner i Stockholms yttre skärgård (Grenzen und Zonen in den äußeren Stockholmer Schären). (Svensk. bot. tidskr. *1915.* **9,** 133—160.)
Rothe, W., Über die Gattung Marsdenia R. Br. und die Stammpflanze der Condurangorinde. (Bot. Jahrb. f. Syst. [Engler]. *1915.* **52,** 354—434.)
Schlechter, R., Kritische Aufzählung der bisher von Madagaskar, den Maskarenen, Komoren, und Seychellen bekannt gewordenen Orchidaceen. (Beih. bot. Centralbl. II. *1915.* **33,** 390—440.)
Sörlin, A., Floristika anteckningar från Östergötland sommaren 1914 (Floristische Aufzeichnungen aus Östergötland im Sommer 1914). (Svensk. bot. tidskr. *1915.* **9,** 113—114.)
Zahn, K. H., Hieracia Domingensia. (Bot. Jahrb. f. Syst. [Engler]. *1915.* **52,** 272—276.)

Palaeophytologie.

Gothan, W., Pflanzengeographisches aus der paläozoischen Flora mit Ausblicken auf die mesozoischen Folgefloren. I. (Bot. Jahrb. f. Syst. [Engler]. *1915.* **52,** 221—271.)

Jongmans, W. J., Paläobotanisch-stratigraphische Studien im niederländischen Carbon nebst Vergleichen mit umliegenden Gebieten. Mit Anh.: Bemerkungen über einige der in den niederländischen Bohrungen gefundenen Pflanzen. Von W. J. Jongmans u. W. Gothan. (Archiv f. Lagerstättenforschung. *1915.* 186 S.)

Pax, F., und **Hoffmann, K.,** Prähistorische Pflanzen aus Schlesien und der Ober-Lausitz. (Bot. Jahrb. f. Syst. [Engler]. *1915.* **52,** 346—353.)

Angewandte Botanik.

Miller, F. A., The influence of soil compositions on medicinal plants. (The Lily scient bull. *1915.* 219—226.)

—, The propagations of medicinal plants. (Ebenda 227—249.)

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Edson, H. A., Seedling diseases of sugar beets and their relation to root-rot and crown-rot. (Journ. of agric. research. *1915.* **4,** 135—168.)

Eriksson, J., Die Einbürgerung neuer zerstörender Gurkenkrankheiten in Schweden. (Centralbl. f. Bakt. II. *1915.* **44,** 116 ff.)

Gaßner, G., Die Getreideroste und ihr Auftreten im subtropischen östlichen Südamerika (Ebenda. 305—382.)

Schander, Die wichtigsten Kartoffelkrankheiten und ihre Bekämpfung. (Arb. Ges. z. Förderung d. Baues u. d. wirtsch. zweckmäßigen Verwendung der Kartoffeln. Heft 4. Berlin. *1915.* 8⁰. 87 S.)

Technik.

Wehmer, C., Praktische Sammlungskästen und -Schränke für Mikoorgansimen-Reinkulturen. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915.* **33,** 284—287.)

Verschiedenes.

Coulter, J. M., Charles Edwin Bessey. (The bot. gaz. *1915.* **60,** 72—73.)

Fallada, O., Bericht über die Tätigkeit der chemisch-technischen Versuchsstation des Centralvereins für die Rübenzuckerindustrie Österreichs und Ungarns für das Jahr 1904. (Mitt. chem.-techn. Versuchsstat. Centralver. f. d. Rübenzuckerind. Österr.-Ungarns. *1915.* [4] Nr. 67. 1—18.)

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.

ZEITSCHRIFT FÜR BOTANIK

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG JOST · FRIEDRICH OLTMANNS
HERMANN GRAF ZU SOLMS-LAUBACH †

SIEBENTER JAHRGANG. 11./12. HEFT

MIT 10 ABBILDUNGEN IM TEXT



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1915

Monatlich erscheint ein Heft im Umfange von 4—5 Druckbogen
Preis für den Jahrgang: 24 Mk.

Alle für die Zeitschrift bestimmten Sendungen (Manuskripte, Bücher usw.) bitten wir zu richten an
Herrn Geh. Hofrat Prof. Dr. **Oltmanns, Freiburg i. Br.,** Jacobistr. 23

Inhalt des elften/zwölften Heftes.

I. Originalarbeit.

II. Besprechungen.

III. Neue Literatur.

IV. Personal-Nachrichten.

V. Register.

Das Honorar für die Originalarbeiten beträgt Mk. 30.—, für die in kleinerem Drucke hergestellten Referate Mk. 50.— für den Druckbogen. Dissertationen werden nicht honoriert. Die Autoren erhalten von ihren Beiträgen je 30 Sonderabdrücke kostenfrei geliefert. Auf Wunsch wird bei rechtzeitiger Bestellung (d. h. bei Rücksendung der Korrekturbogen) eine größere Anzahl von Sonderabzügen hergestellt und nach folgendem Tarif berechnet:

Jedes Exemplar für den Druckbogen	10	Pfg.
Umschlag mit besonderem Titel	10	„
Jede Tafel einfachen Formats mit nur einer Grundplatte .	5	„
Jede Doppeltafel mit nur einer Grundplatte	7,5	„
Tafeln mit mehreren Platten erhöhen sich für jede Platte um	3	„

Am 23. November verschied in Straßburg i./E. unser getreuer Mitarbeiter

Hermann Graf zu Solms-Laubach

Im Jahre 1888 übernahm er, vielleicht mehr der Pietät gegen de Bary als besonderen Neigungen folgend, die Leitung der Botanischen Zeitung und führte sie bis zum Jahre 1908 durch. Als wir dann schweren Herzens die alte Zeitung verlassen, als wir notgedrungen die jetzige Zeitschrift gründen mußten, versagte er uns seine Mithilfe nicht.

All überall war er der Edelmann im besten Sinne des Wortes, vornehm und schlicht; auch den Gegnern, den anders Denkenden gegenüber gerecht. Ein Mann, der im Leben stets aufrecht dastand.

So wird er uns in Erinnerung bleiben mit seiner charakteristischen Gestalt, mit seinem umfassenden Wissen und seiner exakten Art des Arbeitens.

Jost, Oltmanns



Untersuchungen über die Variabilität des Laubblattquirls bei Paris quadrifolia.

Von

Peter Stark.

Mit 10 Abbildungen im Text.

Einleitung.

Die Schwankungen der Gliederzahlen bei unserer einheimischen Einbeere (Paris quadrifolia) haben von jeher die Aufmerksamkeit der Floristen auf sich gezogen. Aber fast in den meisten Fällen liegen nur vereinzelte Angaben vor, und nur wenige Forscher haben ein größeres Material systematisch durchuntersucht. Aber selbst wo dieses geschah (Kocbek, Magnin, Vogler u. a.), liegen den Untersuchungen ganz andere Fragestellungen zugrunde, als ich sie hier verfolgen möchte, oder es handelt sich lediglich um rein statistische Feststellungen. Ich selbst habe es mir zum Ziele gesetzt, möglichst scharf die Ursachen herauszuarbeiten, die eine Änderung der Gliederzahlen herbeiführen, und ich habe mich dabei zunächst auf den Laubblattkreis beschränkt, einmal, weil die Schwankungen in den Blütenwirteln meist erst sekundär durch solche in der Laubblattregion bedingt sind, dann aber auch, weil ich mir noch ein größeres Blütenmaterial sammeln wollte. Vielleicht bietet sich später auch Gelegenheit über Züchtungsversuche der Einbeere in verschiedenen Bodensorten zu berichten. Eine vorläufige Mitteilung über die vorliegende Arbeit wurde in lit. 67 gegeben.

An dieser Stelle möchte ich auch meinem Freunde, Herrn Dr. Wilh. Weinreich, für seine reiche Hilfe beim Sammeln und Verarbeiten des Materials meinen aufrichtigen Dank aussprechen.

Außerdem bin ich der Direktion des Botanischen Museums in Berlin für die Übersendung von Herbarmaterial und Herrn Garteninspektor Eibel für die Pflege, die er meinen Versuchspflanzen angedeihen ließ, zu Dank verbunden.

Abschnitt I.

Der Verlauf der Variabilitätskurve.

Die Grenzen, innerhalb deren die Zahl der Laubblätter schwankt, sind an beschränkten Standorten meist drei und sechs, an ergiebigen dagegen eins und sechs oder eins und sieben. Ein achtblättriges Individuum fand ich in der Literatur einmal erwähnt bei Magnin (lit. 52), doch gelang es mir bisher nie selbst ein solches aufzufinden. Übrigens werden auch ein-, zwei- und siebenblättrige Formen in den Arbeiten äußerst selten angeführt. Bei den Siebenern liegt dies an ihrer tatsächlichen Seltenheit, Einer und Zweier dagegen werden ihrer geringen Größe halber leicht übersehen und auch wohl infolge ihres veränderten Aussehens in ihrer Zugehörigkeit nicht richtig erkannt.

Um nun eine Vorstellung von dem Verlaufe der Variabilitätskurve zu geben, habe ich im folgenden die Zahlenwerte sämtlicher von mir untersuchter Standorte aus der Gegend von Karlsruhe, Straßburg und Freiburg zusammengestellt. Wir erhalten dadurch eine Kurve, die das mittlere Verhalten in dem Oberrheingebiet illustriert.

Tabelle 1.

Gliederzahlen	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Sa.
Zahl d. Indiv.	402	128	5729	75968	3024	174	10	85435
dasselbe in %	0,47	0,14	6,70	88,92	3,53	0,24	0,01	—

Die Zahlen der Tabelle 1 sind in der ausgezogenen Kurve von Figur 1 dargestellt. An dieser Kurve ist zweierlei bemerkenswert. Zunächst der starke Exzeß über vier. Das bedeutet eine erhebliche Abweichung von der Normalkurve, aber immerhin ist noch etwa jede zehnte Pflanze ein Nichtvierer. An den einzelnen Standorten kann aber die Zahl der Varianten recht erheblich von diesem mittleren Betrage abweichen. Den niedersten Wert fand ich bei Weingarten (Karlsruhe), wo auf

5870 Vierer 192 Nichtvierer kommen, das sind 3,16% von der Gesamtzahl. Dem stehen aber Werte von 23,78% bei Döggingen (Baar) und 27,47% bei Maxau (Karlsruhe) gegenüber.

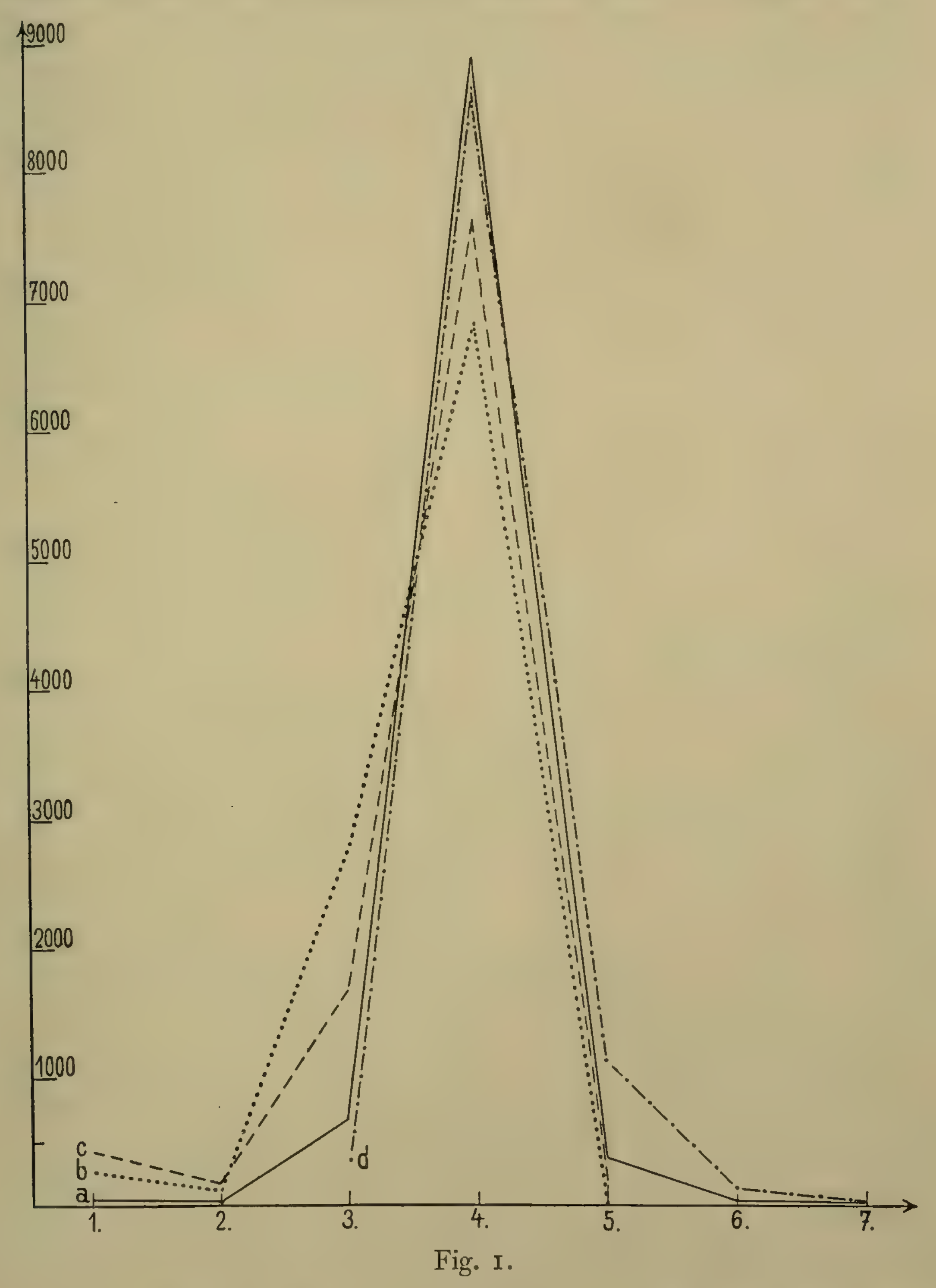


Fig. 1.

Eine zweite Besonderheit unserer Kurve besteht darin, daß über 1 noch einmal ein zweites, sekundäres Maximum vorhanden

ist. Daß es sich hierbei nicht um eine Zufälligkeit handelt, geht aus der Tatsache hervor, daß alle Spezialkurven, die überhaupt Einer und Zweier enthalten, diesen halben Gipfel aufweisen (vgl. b u. c Fig. 1). Die Erscheinung findet darin ihre Erklärung, daß die einblättrigen Individuen den zwei- bis siebenblättrigen nicht gleichzusetzen sind. Diese sind nämlich richtige Sprosse, jene dagegen bloß Niederblattstadien, die unter bestimmten Umständen an Stelle der Sprosse entstehen, und zwar dann, wenn das Material nicht zur Sproßbildung ausreicht. Offenbar schreitet das Rhizom, wenn ein gewisser Reservestoffvorrat vorhanden ist, meist direkt unter Überspringung der Zweierphase zu Dreiersprossen fort, oder aber — und dies ist fast wahrscheinlicher — es verharrt längere Zeit in dem Einerstadium, um dann nach vollzogener Erstarkung ziemlich rasch die Zweierphase zu durchlaufen.

Ein Blick auf unsere Gesamtkurve zeigt schließlich, daß die beiden Schenkel nicht ganz gleichmäßig ausgebildet sind. Die Minusvarianten sind etwas stärker vertreten als die Plusvarianten, und dies findet auch im Mittelwert seinen Ausdruck, denn wir erhalten aus den Zahlen M = 3,955.

Die Einzelkurven, aus denen unsere Hauptkurve abgeleitet ist, zeigen in dieser Hinsicht keine allgemeine Übereinstimmung. Meist ist, wie in der Kurve von Döggingen (c in Fig. 1), der Schwerpunkt noch weiter nach links verschoben und die extremen Varianten auf der rechten Seite fehlen. So kommt der niedere Mittelwert von 3,70 zustande. Mitunter ist aber auch das Gegenteil der Fall, die Kurve setzt erst bei den Dreiern ein, und die Plusvarianten sind stark in der Überzahl. Dies gilt für den Schönberg (Freiburg; vgl. d in Fig. 1), dessen Mittelwert die Höhe von 4,11 erreicht.

Diese Verschiedenheiten beruhen vornehmlich, wie später gezeigt werden soll, auf den Ernährungsverhältnissen. Es scheinen hier aber auch, worauf ich nur ganz kurz hinweisen möchte, geographische Faktoren mitzuwirken. Wenn man daraufhin die floristische Literatur durchsieht, so fällt einem auf, wie selten von Norddeutschland Plusvarianten angegeben werden. Schumann erwähnt (lit. 63), daß er im ostpreußischen Samlande unter Hunderten von Vierern nur zwei Fünfer gefunden habe.

Ich selbst zählte einen Standort bei Raschwitz (Leipzig) ab und beobachtete hier unter 5039 Individuen nur zwei Fünfer. Zum Vergleich ist die Kurve in Fig. 1 wiedergegeben (b). Auffallend ist der große Reichtum an Dreiern und der steile Verlauf des rechten Schenkels, der bei 5 beinahe den Nullpunkt erreicht. Damit im Zusammenhang steht der Mittelwert von 3,62, der niederste, den ich überhaupt je für die Einbeere nachweisen konnte. Im Gegensatz dazu wird fast übereinstimmend bei allen Standorten, die südlich von unserem Untersuchungsgebiet liegen, wie St. Gallen, Besançon und Lyon (lit. 52, 69) die Häufigkeit der Fünfersprosse hervorgehoben, die bei Besançon über 15% der ganzen Gesellschaft ausmachen. Es gewinnt also den Anschein, daß die Quirlzahl mit der Zunahme der geographischen Breite herabgedrückt wird. In dieser Hinsicht bestünde also eine Übereinstimmung mit den Angaben von E. Lehmann über die Petalen von Ficaria ranunculoides und die Zungenblüten von Bellis perennis (lit. 44) ebenso wie mit denen von A. Jensen über die Sepalenzahl von Caltha palustris (lit. 32). Um aber hier zu bindenden Schlüssen zu gelangen, müßte man erst eine größere Anzahl weit auseinandergelegener Standorte untersuchen und alle übrigen auf die Gliederzahl erfahrungsgemäß einwirkenden Faktoren mitberücksichtigen. Dann erst ließe sich die Frage diskutieren, ob wir es hier, wie dies Jensen für Caltha annimmt, mit klimatischen Rassen oder was mir bei der Einbeere wenigstens wahrscheinlicher zu sein scheint, mit bloßen Standortsmodifikationen zu tun haben.

Abschnitt II.

Die Größenmaße der verschiedenzähligen Sprosse.

Es wurde schon von verschiedenen Forschern darauf hingewiesen, daß die Gliederzahlen bei der Einbeere abhängig sind von dem Ernährungszustande. Irmisch nennt die ein- und zweiblättrigen Formen »Erstarkungssprosse«, und Magnin (lit. 52) äußert sich über die Dreier, Vierer und Fünfer folgendermaßen: »Les hampes à 3 feuilles sont primitivement celles des rhizomes jeunes, les bourgeons des hampes à 4 et 5 feuilles naissent sur les rhizomes adultes; ceux des hampes à 5 feuilles . . . paraissent se développer surtout sur les pieds plus vigoureux.«

An sich ist dieses Verhalten ja einleuchtend, wenn auch nicht durchaus notwendig. Die ganze Pflanze könnte sich ja den Ernährungsverhältnissen entsprechend in all ihren Teilen proportional vergrößern oder verkleinern, und sie tut dies auch innerhalb gewisser Grenzen. So gibt es Vierer in recht verschiedener Größenlage, aber alle Werte liegen innerhalb eines bestimmten Intervalls, und es zeigt sich nun, daß die Grenzen dieses Intervalles höher liegen als bei den Dreiern und tiefer als bei den Fünfern. Wenn man sich daher eine richtige Vorstellung von den Unterschieden machen will, dann muß man ein möglichst großes Material untersuchen und das ist bisher noch nicht geschehen, obwohl gerade die Einbeere ein ausgezeichnetes Objekt für variationsstatistische Messungen ist. Man kann nämlich durch drei Zahlen den ganzen Kräftezustand der Pflanze ziemlich eindeutig formulieren; es sind dies die Maße für Stengellänge, Blattlänge und Blattbreite. Gemessen wurde immer nur ein Blatt. Denn im allgemeinen stimmen die Blätter der Größe nach annähernd überein. In manchen Fällen freilich treten größere Differenzen auf. Dies ist nach Dutailly (lit. 10) darauf zurückzuführen, daß die Gefäßbündel des Stammes sich nicht gleichmäßig auf die verschiedenen Blätter verteilen. Die Größe der einzelnen Blätter entspricht dann der Menge der in sie eintretenden Gefäßbündel. Wo solche Pflanzen bei der Messung überhaupt berücksichtigt wurden, wurden stets die mittleren Werte in Rechnung gezogen.

Natürlich wurde für alle Messungen gleichartiges Material verwendet, d. h. es wurde das Material demselben Standort entnommen und die Dreier, Vierer und Fünfer usw. wurden zu derselben Zeit gepflückt.

Es hat sich im Verlaufe der Untersuchungen als nützlich herausgestellt, bei den Messungen die blühenden und die nichtblühenden Individuen gesondert zu behandeln. Es unterscheiden sich nämlich beispielsweise der Größe nach die nichtblühenden Vierer von den blühenden weit mehr, als die blühenden Vierer von den blühenden Fünfern und die nichtblühenden Vierer von den nichtblühenden Fünfern. Wenn man ein Gemisch von gleichvielen blühenden und nichtblühenden Vierern den Massen entsprechend in Klassen ordnet, dann erhält man eine breit-

gezogene, zweigipflige Variabilitätskurve, und dadurch werden die Beträge für die Standardabweichung und den mittleren Fehler in störender Weise erhöht. Die folgenden Zahlen bilden einen Beleg für diese Verhältnisse. Das Material wurde 1914 in den Rheinwaldungen bei Straßburg gesammelt und setzt sich zusammen aus je 281 blühenden und nichtblühenden Vierern. Die Zahlen in der oberen Reihe bedeuten Zentimeter, die in der unteren die Häufigkeit der Fälle; gemessen ist die Stengellänge.

1. 4. 7. 10. 13. 16. 19. 22. 25. 28. 31.
12. 91. 99. 84. 81. 91. 73. 24. 6. 1.

Der eine Gipfel liegt also zwischen 7 und 10 cm, der andere zwischen 16 und 19 cm.

Nach diesen einleitenden Bemerkungen gehe ich zur Darstellung der Befunde über. Die Messungen der einzelnen Standorte sind in Tabellenform gebracht; doch bemerke ich gleich, daß die verschiedenen Tabellen nicht alle unmittelbar miteinander verglichen werden dürfen, da sie zum Teil in verschiedenen Jahren und Monaten angefertigt worden sind. Dadurch sind natürlich gewisse Unterschiede bedingt; daneben gibt es aber, wie wir später sehen werden, noch prinzipielle Abweichungen, die in der Natur der verschiedenen Standorte begründet sind.

Tabelle 2. Schönberg bei Freiburg. IX. 1912.

Gliederzahl	Nichtblühende				Blühende			
	Stengellänge	Blattlänge	Blattbreite	Zahl d. Indiv.	Stengellänge	Blattlänge	Blattbreite	Zahl d. Indiv.
3.	7,2 cm	4,2 cm	2,2 cm	10	—	—	—	—
4.	12,7 „	6,4 „	3,4 „	150	20,3 cm	9,0 cm	5,3 cm	150
5.	16,2 „	7,7 „	3,9 „	150	22,5 „	9,5 „	5,2 „	153
6.	17,2 „	8,0 „	4,0 „	4	24,2 „	9,8 „	5,1 „	20

Tabelle 3. Schönberg bei Freiburg. VI.—IX. 1913.

Gliederzahl	Nichtblühende				Blühende			
	Stengellänge	Blattlänge	Blattbreite	Zahl d. Indiv.	Stengellänge	Blattlänge	Blattbreite	Zahl d. Indiv.
3.	9,6 cm	4,9 cm	2,7 cm	51	—	—	—	—
4.	12,4 „	6,6 „	3,5 „	142	21,8 cm	9,3 cm	5,5 cm	157
5.	14,8 „	7,2 „	3,6 „	127	24,0 „	10,1 „	5,5 „	178
6.	—	—	—	—	25,1 „	9,7 „	5,0 „	35

Tabelle 4. Döggingen (Baar). VII.—IX. 1913.

Gliederzahl	Nichtblühende				Blühende			
	Stengellänge	Blattlänge	Blattbreite	Zahl d. Indiv.	Stengellänge	Blattlänge	Blattbreite	Zahl d. Indiv.
1.	2,9 cm	1,8 cm	1,3 cm	41	—	—	—	—
2.	4,2 „	2,2 „	1,2 „	13	—	—	—	—
3.	4,4 „	2,6 „	1,2 „	135	—	—	—	—
4.	8,0 „	4,4 „	2,0 „	135	19,3 cm	8,4 cm	4,1 cm	27
5.	11,7 „	6,2 „	2,7 „	13	—	—	—	—

Tabelle 4a. Döggingen (Baar). VII. 1914.

Gliederzahl	Nichtblühende				Blühende			
	Stengellänge	Blattlänge	Blattbreite	Zahl d. Indiv.	Stengellänge	Blattlänge	Blattbreite	Zahl d. Indiv.
1.	2,6 cm	1,6 cm	1,2 cm	70	—	—	—	—
2.	3,2 „	2,0 „	1,1 „	28	—	—	—	—
3.	3,9 „	2,5 „	1,2 „	256	—	—	—	—
4.	7,2 „	4,3 „	2,1 „	297	17,4 cm	7,6 cm	4,2 cm	139
5.	12,2 „	6,9 „	3,3 „	12	20,0 „	9,1 „	4,5 „	11

Tabelle 5. Hohfirst bei Freiburg. V. 1913.

Gliederzahl	Nichtblühende			
	Stengellänge	Blattlänge	Blattbreite	Zahl d. Indiv.
1.	5,7 cm	2,0 cm	1,4 cm	21
2.	7,3 „	2,4 „	1,4 „	9
3.	8,5 „	3,3 „	1,8 „	65
4.	13,1 „	6,2 „	3,3 „	36

Tabelle 6. Gagenhard (Kaiserstuhl). VI. 1914.

Gliederzahl	Nichtblühende				Blühende			
	Stengellänge	Blattlänge	Blattbreite	Zahl d. Indiv.	Stengellänge	Blattlänge	Blattbreite	Zahl d. Indiv.
1.	3,4 cm	1,5 cm	1,2 cm	10	—	—	—	—
3.	6,1 „	3,9 „	2,3 „	172	—	8,1 cm	5,9 cm	10
4.	10,3 „	5,9 „	3,6 „	165	18,4 cm	8,6 „	5,9 „	110
5.	10,8 „	6,2 „	3,4 „	35	22,0 „	9,4 „	6,0 „	95

Tabelle 7. Durlacher Wald (Karlsruhe). VI. 1914.

Gliederzahl	Nichtblühende			
	Stengellänge	Blattlänge	Blattbreite	Zahl d. Indiv.
1.	4,3 cm	1,8 cm	1,3 cm	5
3.	7,5 „	4,0 „	2,6 „	801
4.	10,8 „	5,2 „	3,2 „	815
5.	12,7 „	6,5 „	3,8 „	166

Tabelle 8. Rheinwald bei Neudorf (Straßburg). VI.—VII. 1914.

Gliederzahl	Nichtblühende				Blühende			
	Stengellänge	Blattlänge	Blattbreite	Zahl d. Indiv.	Stengellänge	Blattlänge	Blattbreite	Zahl d. Indiv.
1.	3,3 cm	2,2 cm	1,5 cm	19	—	—	—	—
2.	4,1 „	2,6 „	1,6 „	7	—	—	—	—
3.	4,8 „	3,3 „	1,7 „	140	—	—	—	—
4.	8,1 „	5,1 „	2,6 „	281	18,0 cm	8,2 cm	4,6 cm	521
5.	11,6 „	6,7 „	3,3 „	62	20,5 „	8,8 „	4,8 „	400
6.	—	—	—	—	21,3 „	9,1 „	4,5 „	20

Tabelle 9. Wolfartsweier (Karlsruhe). VI. 1914.

Gliederzahl	Nichtblühende				Blühende			
	Stengellänge	Blattlänge	Blattbreite	Zahl d. Indiv.	Stengellänge	Blattlänge	Blattbreite	Zahl d. Indiv.
1.	3,4 cm	2,0 cm	1,6 cm	4	—	—	—	—
2.	4,6 „	2,7 „	2,2 „	4	—	—	—	—
3.	6,6 „	4,3 „	2,7 „	49	17,7 cm	8,5 cm	6,1 cm	55
4.	9,7 „	6,1 „	3,8 „	20	18,2 „	8,7 „	5,9 „	10

Ein Blick auf diese Tabellen zeigt, daß ganz allgemein ein Ansteigen des Mittelwertes von den Einern bis zu den Sechsern stattfindet. Allerdings ist dieser Anstieg nicht gleichmäßig und auch nicht derselbe bei blühenden und nichtblühenden Sprossen. Bei den nichtblühenden erfolgt die Größenzunahme sehr rasch von den Einern bis zu den Vierern, langsamer von den Vierern bis zu den Sechsern. Noch geringer sind die Differenzen zwischen den Blühsprossen mit verschiedenen Gliederzahlen. Es hängt dies wohl damit zusammen, daß zur Ausbildung von Blühsprossen ein gewisser Kräftigkeitsgrad unerläßlich ist, und daß aus allen Klassen nur die zur Blüte gelangen, die eben dieses

Mindestmaß erreichen; deswegen ist bei den blühenden Individuen nicht mehr so viel Spielraum vorhanden und aus demselben Grunde gelangen, nebenbei bemerkt, die Zweiersprosse nicht zur Blüte.

Wenn wir uns auf Stengel- und Blattlänge beschränken, dann findet nur einmal eine Ausnahme von dem Anwachsen der Zahlenwerte statt, nämlich in Tabelle 3 bei den Blättern der Sechser. Diese sind zwar 4 mm länger als die der Vierer, aber um denselben Betrag kleiner als die der Fünfer. Dagegen sind Ausnahmen in bezug auf die Blattbreite recht häufig. Sie fehlen fast in keiner Tabelle, und zwar auch dort nicht, wo ein größeres Material gemessen wurde. Um eine ungenügende Zahl von Messungen kann es sich also nicht handeln. Die Erklärung für diese Erscheinung ist vielmehr darin zu suchen, daß die Blätter mit der Zunahme der Gliederzahl fortlaufend ihre Gestalt ändern. Am besten gelangt dies dann zum Ausdruck, wenn wir das Verhältnis von Blattbreite zu Blattlänge ausrechnen. Diese Werte sind für Tabelle 2 und Tabelle 8, wie folgt, ermittelt worden:

Tabelle 10. Schönberg.
Verhältnis von Blattbreite; Blattlänge.

Gliederzahl	Nichtblühende	Blühende
3.	5,2	—
4.	5,2	5,9
5.	5,1	5,5
6.	5,0	5,2

Tabelle 11. Neudorf.
Verhältnis von Blattbreite. Blattlänge.

Gliederzahl	Nichtblühende	Blühende
1.	7,1	—
2.	6,3	—
3.	5,0	—
4.	5,1	5,6
5.	4,8	5,5
6.	—	5,0

Auf Grund dieser beiden Tabellen können wir also feststellen, daß die Blätter verhältnismäßig immer schmäler werden, je größer die Gliederzahl ist. Wo nun an sich schon die Mittelwerte zweier aufeinanderfolgender Gruppen nahe beieinanderliegen, da kann es dann direkt zu einem absoluten Größenrückgang kommen. Diese morphologischen Verhältnisse haben nun ihren guten Sinn im Leben der Pflanze. Sind nur wenig Blätter vorhanden, dann sucht sie das Flächendefizit dadurch zu er-

setzen, daß die Spreite möglichst weit auslädt und sich der Kreisform nähert. Ich habe wiederholt einblättrige Exemplare gefunden, deren Breitendurchmesser den Längsdurchmesser erreichte oder überholte. Je mehr Blätter aber vorhanden sind, desto weniger braucht das einzelne zu leisten und desto schmäler werden sie. Bei den höherzähligen Formen wird die Reduktion des Querdurchmessers schon deswegen ein Gebot der Notwendigkeit, weil die Blätter sich sonst randlich überdeckten und der beschattete Teil für die Assimilation bedeutungslos wäre.

Wir haben bisher die Zahlenwerte diskutiert, ohne darauf Rücksicht zu nehmen, ob die gefundenen Unterschiede so groß sind, daß sie den mittleren Fehler übersteigen. Allerdings springt die Gesetzmäßigkeit in allen Tabellen so klar in die Augen, daß man sofort erkennt, daß es sich hier nicht um Zufälligkeiten handeln kann. Trotzdem habe ich da, wo ein größeres Material gemessen wurde, die üblichen variationsstatistischen Berechnungen vorgenommen, und ich gebe hier für zwei Standorte das erhaltene Resultat wieder.

Tabelle 12. Neudorf.
(Berechnung des mittleren Fehlers m.)

Gliederzahl	Stengellänge			Blattlänge			Blattbreite		
	Mittelwert	m	m diff.	Mittelwert	m	m diff.	Mittelwert	m	m diff.
4. (blühend)	18,0 cm	0,162	0,248	8,2 cm	0,053	0,079	4,6 cm	0,043	0,066
5. („)	20,5 „	0,185		8,8 „	0,059		4,8 cm	0,050	

Tabelle 13. Durlacher Wald.
(Berechnung des mittleren Fehlers m.)

Gliederzahl	Stengellänge			Blattlänge			Blattbreite		
	Mittelwert	m	m diff.	Mittelwert	m	m diff.	Mittelwert	m	m diff.
3. (nichtbl.)	7,5 cm	0,096	0,138	4,0 cm	0,042	0,053	2,6 cm	0,035	0,048
4. („)	10,8 „	0,100	0,234	5,2 „	0,032	0,096	3,2 „	0,030	0,076
5. („)	12,7 „	0,212		6,5 „	0,091		3,8 „	0,069	

Aus diesen beiden Tabellen geht klar hervor, daß die Unterschiede der Mittelwerte allenthalben die zugehörigen mittleren

Fehler erheblich übersteigen, im besten Falle etwa um das 25-fache, im schlechtesten um das dreifache. Ich habe nun weiterhin feststellen können, daß überall, wo man 150 und noch mehr Exemplare mißt, die Mittelwerte die nötige Sicherheit erlangen; bei den niederzähligen Sprossen, deren Größenmaße viel weiter auseinanderliegen, ist sogar eine viel geringere Zahl von Messungen notwendig. Allerdings ist an manchen Stellen in den Tabellen der Mittelwert auf so wenig Individuen gegründet, daß die Differenzen innerhalb $\pm$ m zu liegen kommen. Da kann man den Kunstgriff anwenden und verschiedene Sprosse zu Gruppen zusammenfassen, also z. B. Einer und Zweier, Dreier und Vierer usw. und dann die Berechnungen ausführen. Aber das ist gar nicht notwendig. Uns genügt vollständig, festzustellen, daß überall dort, wo ein größeres Material untersucht wurde, sich spezifische Differenzen in der angegebenen Richtung gezeigt haben.

Alles in allem können wir also unsere Beobachtungen dahin zusammenfassen, daß es der Ernährungszustand ist, der die Gliederzahl der Sprosse bedingt. Es hängt von der Masse der vorhandenen Bildungssubstanzen ab wieviel Blätter entstehen. Das ist eine Erscheinung, die keineswegs vereinzelt dasteht. Ich möchte hier eine Stelle aus Johannsen (lit. 32) anführen, die für uns auch aus anderem Grunde von Interresse ist. Johannsen schreibt: »Der Zustand im gegebenen Organismus bestimmt, ob etwa drei oder vier oder fünf oder sechs der betreffenden Organe (Kelchblätter, Randblüten, Flossenstrahlen) gebildet werden. Wenn in derjenigen Entwicklungsphase, in welcher die betreffenden Organe angelegt werden sollen, die Größe, die Form, die Stellung oder der Ernährungszustand, sagen wir kurz, der Stoff ein solcher ist, daß z. B. mehr als die gewöhnliche Anzahl Organe, a, angelegt werden können, dann treten verschiedene Möglichkeiten ein. Die Anzahl kann die normale, a, bleiben, dafür werden die Organe aber wenigstens anfangs größer, oder die Organe können in größerer Anzahl, $a + n$, gebildet werden. Bei geringem Überschuß an Stoff werden die Organe wohl nur größer, bei einem gewissen Überschuß aber wird ein überzähliges Organ gebildet, $a + 1$; bei noch größerem Überschuß werden die $a + 1$ Organe größer

ausfallen, während weiterer Überschuß in der betreffenden Bildungsphase zur Bildung von a + 2 Faktoren führt usw.« Johannsen führt nun weiter aus, wie auf solche Weise eine kontinuierliche Reihe von Bildungsfaktoren eine diskontinuierliche Variabilitätskurve verursachen kann, weil eben nur die Gliederzahlen vier, fünf und sechs usw. realisierbar seien, »und es ist«, so fährt er fort, »recht naheliegend, daß alles, was zwischen 4,5 und 5,5 liegt, sich fertig entwickelt als fünfzählig präsentiert.

Die Richtigkeit dieser Anschauung ist ja durchaus einleuchtend. Aber es verdient Erwähnung, daß in unserem speziellen Fall die normalen Vierer mit den normalen Fünfern durch Zwischenstufen zweierlei Art verbunden sind. Das eine sind die Idividuen mit einem gegabelten Blatt. Es sind alle Übergangsstufen von eben angedeuteter Spaltung bis zu einer solchen, die sich auf die halbe Blattlänge erstreckt, vorhanden. Und in demselben Maße, als die Teilung fortgeschritten ist, hat sich der Breitendurchmesser des Blattes und damit seine Gesamtmaße vergrößert. Man könnte also, wenn man wollte, hier von $1^1/_4$, $1^1/_2$ und $1^3/_4$ Blättern reden. Es ist aber möglich, daß bei diesen Gabelungen nicht nur Ernährungsfaktoren im Sinne Johannsens, sondern auch die Divergenzverhältnisse eine Rolle spielen. Es könnte nämlich bei der Einschaltung eines fünften Gliedes in den vierblättrigen Quirl der Raum an der Peripherie nicht gleichmäßig verteilt werden, derart, daß ein Intervall zu klein ausfiele und dadurch im Verlaufe der Entwicklung zwei Anlagen sich vereinigten. Dafür spricht eine Beobachtung Schumanns (lit. 63), der feststellen konnte, daß bei den vierzähligen Blüten fünfblättriger Individuen eine solche Verschmelzung von Primordien tatsächlich mitunter eintritt.

Sicher auf die Ernährungsverhältnisse zurückzuführen sind aber jene schon eingangs erwähnten Fälle, wo die Blätter eines Quirls ungleiche Größe besitzen. Es ist dann stets ein einziges Blatt auffallend klein, während die übrigen unter sich nahezu völlig gleich sind. Ich habe Fälle beobachtet, wo dieses Kümmerblatt nur etwa $^1/_5$ so viel Fläche hatte als die anderen. Da hat eben die Bildungssubstanz nicht ausgereicht zur Schaffung einer normalen Spreite. Naturgemäß sind solche Mittelbildungen so selten, daß ich keine Mittelwerte dafür aufstellen konnte.

Aber der Augenschein überzeugte mich davon, daß solche Sprosse der Größe nach fast stets in der Mitte liegen zwischen den gewöhnlichen Vierern und Fünfern.

Auch zwischen blühenden und nichtblühenden Individuen sind, so merkwürdig dies anmuten mag, häufig Übergangsstufen vorhanden. Bei den meisten Sprossen, die im ausgewachsenen Zustand keine Spur einer Blüte zeigen, werden, solange die Knospe noch unter der Erde weilt, Blüten angelegt. Aber diese Blüten verkümmern gewöhnlich schon, ehe der Sproß ans Tageslicht gelangt. Im weiteren Entwicklungsverlauf ist dann noch eine mehr oder minder deutlich entwickelte Narbe, die Abfallstelle kennzeichnend, vorhanden. Der Verkümmerungsprozeß kann aber auch erst später Platz greifen, die Blüte erreicht noch eine gewisse Größe, während die Bildung eines Blütenstiels unterbleibt. Das Perigon hat ein vergilbtes Aussehen, und Staubgefäße und Narbe sind steril. Alle hier vorkommenden Zwischenstufen aufzuzählen, hätte keinen Sinn. Aber auch hier gilt die Regel, daß Exemplare mit solchen Zwergblüten hinsichtlich ihrer Größenmaße die Mitte einhalten zwischen den normalen nichtblühenden und blühenden Sprossen.

Abschnitt III.

Die Variabilitätskurve der blühenden und der nichtblühenden Individuen.

Die Untersuchungen des vorigen Abschnitts haben einwandfrei festgestellt, daß die Größenmaße der blütenlosen Sprosse um ein beträchtliches hinter denen der blühenden zurückbleiben. Da taucht sofort eine neue Frage auf. Jede natürliche Parisgesellschaft setzt sich in einem gewissen Prozentsatz aus Bestandteilen der beiden Gruppen zusammen. Zeigt nun die Gesamtheit aller nichtblühenden Individuen dieselbe Variabilitätskurve und dieselbe mittlere Gliederzahl wie die der blühenden? Diese letzten stellen ja das Kontingent der kräftigen Sprosse dar, wir werden hier also höhere Gliederzahlen und damit auch einen höheren Mittelwert erwarten dürfen. Meine Aufzählungen haben diese Vermutung durchaus bestätigt. Dies ist aus den folgenden Tabellen deutlich zu ersehen. Die beiden oberen

Zeilen geben die gefundene Zahl der Individuen wieder; in der dritten und vierten Zeile werden diese Zahlen in Prozente umgerechnet.

Tabelle 14. Schönberg (Freiburg). 1912.

	Gliederzahl					Gesamt-zahl	Mittlere Glieder-zahl
	3.	4.	5.	6.	7.		
Nichtblühende	33	7372	695	42	3	8145	4,093
Blühende	4	1920	461	62	5	2452	4,243
Nichtbl. in %	0,41	90,51	8,53	0,52	0,04	—	—
Blühende „ „	0,16	78,30	18,80	2,53	0,20	—	—

Tabellle 15. Hohfirst (Freiburg). 1913.

	Gliederzahl						Gesamt-zahl	Mittlere Glieder-zahl
	1.	2.	3.	4.	5.	6.		
Nichtblühende	21	9	301	2476	76	3	2886	3,896
Blühende	—	—	26	1213	93	10	1342	4,065
Nichtbl. in %	0,73	0,31	10,43	85,79	2,63	0,10	—	—
Blühende „ „	—	—	1,94	90,39	6,93	0,75	—	—

Tabelle 16. Maxau (Karlsruhe). 1913.

	Gliederzahl						Gesamt-zahl	Mittlere Glieder-zahl
	1.	2.	3.	4.	5.	6.		
Nichtblühende	34	6	156	513	41	2	752	3,701
Blühende	—	—	2	274	52	5	333	4,180
Nichtbl. in %	4,52	0,80	20,74	68,22	5,45	0,27	—	—
Blühende „ „	—	—	0,60	82,28	15,62	1,50	—	—

Tabelle 17. Döggingen (Baar). 1913.

	Gliederzahl					Gesamt-zahl	Mittlere Glieder-zahl
	1.	2.	3.	4.	5.		
Nichtblühende	41	13	162	723	13	952	3,686
Blühende	—	—	—	27	5	32	4,156
Nichtbl. in %	4,31	1,37	17,02	75,95	1,37	—	—
Blühende „ „	—	—	—	84,38	15,61	—	—

Tabelle 18. Döggingen. 1914.

	Gliederzahl						Gesamt-zahl	Mittlere Glieder-zahl
	1.	2.	3.	4.	5.	6.		
Nichtblühende	108	33	293	1943	43	—	2420	3,736
Blühende	—	—	1	188	22	1	212	4,108
Nichtbl. in %	4,46	1,36	12,11	80,29	1,78	—	—	—
Blühende „ „	—	—	0,47	88,68	10,38	0,47	—	—

Tabelle 19. Durlacher Wald (Karlsruhe). 1914.

	Gliederzahl						Gesamt-zahl	Mittlere Glieder-zahl
	1.	2.	3.	4.	5.	6.		
Nichtblühende	11	10	869	10916	190	—	11996	3,939
Blühende	—	—	25	2346	90	2	2463	4,028
Nichtbl. in %	0,09	0,08	7,25	31,00	1,58	—	—	—
Blühende „ „	—	—	1,02	95,25	3,65	0,08	—	—

Tabelle 20. Daxlanden (Karlsruhe). 1914.

	Gliederzahl							Ge-samt-zahl	Mittlere Glieder-zahl
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.		
Nichtblühende	35	15	775	8153	147	2	—	9127	3,917
Blühende	—	—	10	3736	191	9	1	3947	4,051
Nichtbl. in %	0,38	0,16	8,49	89,33	1,61	0,02	—	—	—
Blühende „ „	—	—	0,25	94,65	4,84	0,23	0,03	—	—

Tabelle 21. Weingarten (Karlsruhe). 1914.

	Gliederzahl							Ge-samt-zahl	Mittlere Glieder-zahl
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.		
Nichtblühende	11	—	137	2524	12	—	—	2684	3,941
Blühende	—	—	25	3806	21	—	1	3853	4,000
Nichtbl. in %	0,41	—	5,10	94,04	0,45	—	—	—	—
Blühende „ „	—	—	0,65	98,78	0,54	—	0,03	—	—

Tabelle 22. Wolfartsweier (Karlsruhe). 1914.

	Gliederzahl						Gesamt-zahl	Mittlere Glieder-zahl
	1.	2.	3.	4.	5.	6.		
Nichtblühende	22	15	1445	7742	111	2	9337	3,740
Blühende	—	—	60	3756	82	—	3898	4,005
Nichtbl. in %	0,24	0,16	15,48	82,92	1,19	0,02	—	—
Blühende „ „	—	—	1,54	96,36	2,10	—	—	—

Tabelle 23. Gagenhard (Kaiserstuhl).

	Gliederzahl						Gesamt-zahl	Mittlere Glieder-zahl
	1.	2.	3.	4.	5.	6.		
Nichtblühende	10	—	178	904	37	3	1132	3,854
Blühende	—	—	10	816	107	3	936	4,110
Nichtbl. in %	0,88	—	15,72	79,86	3,27	0,27	—	—
Blühende „ „	—	—	1,07	87,18	11,43	0,32	—	—

Tabelle 24. Neudorf I (Straßburg). 1914.

	Gliederzahl						Gesamt-zahl	Mittlere Glieder-zahl
	1.	2.	3.	4.	5.	6.		
Nichtblühende	57	17	972	10455	217	6	11724	3,919
Blühende	—	—	10	2705	240	20	2975	4,091
Nichtbl. in %	0,49	0,15	8,29	89,18	1,85	0,05	—	—
Blühende „ „	—	—	0,33	90,92	8,07	0,67	—	—

Tabelle 25. Neudorf II (Straßburg). 1914.

	Gliederzahl					Gesamt-zahl	Mittlere Glieder-zahl
	1.	2.	3.	4.	5.		
Nichtblühende	11	6	68	566	5	656	3,835
Blühende	—	—	3	231	6	240	4,013
Nichtbl. in %	1,68	0,91	10,37	86,28	0,76	—	—
Blühende „ „	—	—	1,25	96,25	2,50	—	—

Tabelle 26. Bärwald (Titisee). 1914.

	Gliederzahl						Gesamtzahl	Mittlere Gliederzahl
	1.	2.	3.	4.	5.	6.		
Nichtblühende	42	3	178	827	36	1	1087	3,750
Blühende	—	—	—	286	41	1	328	4,131
Nichtbl. in %	3,86	0,28	16,38	76,08	3,31	0,09	—	—
Blühende „ „	—	—	—	87,20	12,50	0,30	—	—

Diese Tabellen sind derart entstanden, daß an den einzelnen Standorten alle Individuen, blühende und blütenlose, abgezählt wurden. Wir erhalten daher ein getreues Bild der natürlichen Zusammensetzung solcher Parisbestände. Und wie wir sehen, springt überall dasselbe Gesetz heraus, die Mittelwerte für die Gliederzahl sind bei den nichtblühenden Sprossen stets um einen erheblichen Betrag kleiner als bei den blühenden. Dieser Unterschied ist durch zweierlei bedingt: 1. dadurch, daß die nichtblühenden stets innerhalb niedererer Grenzen schwanken als die blühenden; 2. dadurch, daß bei ihnen die niederen Gliederzahlen durch höhere Prozentsätze vertreten sind, oder mit anderen Worten: bei den blütenlosen Exemplaren ist die linke Seite der Variabilitätskurve stärker ausgebildet, bei den blühenden die rechte; die mittlere Gliederzahl liegt bei jenen mit einer Ausnahme unter 4,00, bei diesen ebenfalls mit nur einer Ausnahme über 4,00. In vielen Fällen ist bei den Blütensprossen der linke Schenkel der Kurve nur ganz schwach angedeutet und zweimal fehlt er überhaupt (Tabelle 17, 26). Es sind dies aber gerade die Standorte, von denen nur wenig Material vorliegt. So sind denn auch aus der zweiten Tabelle von Döggingen aus dem ergiebigeren Jahr 1914 (Tabelle 18) die blühenden Dreier durch ein Exemplar vertreten. Immer aber erreicht die Variabilitätskurve der Blühsprosse — auch wenn die reichsten Fundorte abgezählt wurden — bei den Zweiern den Nullpunkt. Eine Ausnahme ist mir nur einmal beim Wolfartsweier Standorte begegnet. Ich habe aber dieses Exemplar in der Tabelle nicht angeführt und zwar aus folgendem Grunde. Die beiden vorhandenen Laubblätter standen sich nicht direkt gegenüber, sondern bildeten einen Winkel von 140°. Es ist also möglich, daß in dem größeren Intervall von 220° in der

Jugend ein drittes Blatt vorhanden war, das aus irgendwelchen Gründen frühzeitig verkümmerte und keine makroskopisch erkennbare Narbe hinterließ. Durch innere Regulation wären dann die beiden andern Blätter etwas auseinandergerückt. Diese Annahme findet eine gewisse Stütze darin, daß die Blüte unregelmäßig trimer war.

Abschnitt IV.

Das Verhalten der Gliederzahlen im Verlaufe der individuellen Entwicklung.

Wenn die Einbeere vom Keimungsstadium bis zum blühenden Viererstadium heranwächst, dann durchläuft sie naturgemäß die verschiedensten Phasen des Erstarkens. Diese Entwicklung erfordert aber eine beträchtliche Anzahl von Jahren. Nun wird gewöhnlich jedes Jahr ein Sproß gebildet und da ergibt sich von selbst die Frage: wie sind die Gliederzahlen in dieser Sproßfolge beschaffen? Die ausführlichen Angaben von Irmisch (lit. 33) und Dutailly (lit. 10) liefern uns hier die Möglichkeit, ein ziemlich genaues Bild zu zeichnen. Wird ein Same der Einbeere im Herbst ausgesät, dann entwickelt sich meist im nächsten Frühjahr ein schmal lanzettliches Keimblatt. Durch seine Gestalt weicht es derart von den Niederblättern, den bisher erwähnten »Einern« ab, daß eine Verwechslung ausgeschlossen ist. In der freien Natur konnte ich dieses Stadium, entgegen den Angaben Irmischs, die sich auf Thüringen beziehen, nur äußerst selten nachweisen. Es kamen auf die über 80 000 beobachteten Individuen nur 20 Keimpflanzen. Bemerkenswert ist aber, daß diese wenigen Exemplare nicht etwa selbst wieder zerstreut auftraten, sondern zu mehreren dicht beieinander standen. So fand ich im Bärwald beim Titisee ein »Nest« mit sechs Keimpflanzen und zwei Einern, im Rheinwald bei Daxlanden (Karlsruhe) ein ebensolches mit vier Keimpflanzen und einem Einer. Es sind also offenbar besonders bevorzugte Beeren, die zur Keimung gelangen und die dann gleich zahlreichen Individuen den Ursprung geben. Auch im nächsten Jahre sind die Abkömmlinge solch einer einzelnen Beere noch als solche zu erkennen. An Stelle von Keimpflanzen treten dann eben Nester von Einern; solche Fälle sind mir zweimal

begegnet; einmal traf ich im Dögginger Walde ein Rudel von sieben Einern und einer Keimpflanze, ein andermal an dem obengenannten Standorte von Daxlanden dicht zusammengedrängt acht Einer. Wie die angeführten Beispiele zeigen, sind die beiden Phasen aber nicht scharf getrennt. Das hängt damit zusammen, daß die Samen einer Beere nicht gleichmäßig keimen und daß infolgedessen verschiedene Altersstadien nebeneinander auftreten können.

Woran es liegt, daß in Süddeutschland Keimlinge so selten sind, vermag ich nicht anzugeben. In Kulturen erhielt ich wie Irmisch recht günstige Keimungsprozente. Ich will auf diese Frage nicht näher eingehen, da sie außerhalb unseres Themas liegt. Nur auf eines möchte ich noch ganz kurz hinweisen. Es wurde im Abschnitt II als wahrscheinlich hingestellt, daß nach dem Norden zu die mittlere Gliederzahl abnimmt. Wenn sich nun als weiterer Unterschied ergeben sollte, daß im Süden die vegetative Vermehrung durch Rhizomverzweigung, im Norden aber die Vermehrung durch Samen vorherrscht[1], dann könnte man vielleicht diese beiden Tatsachen in Zusammenhang miteinander bringen. Sprosse, die durch Rhizomverzweigung entstehen, sind, wie die Größenmaße und die Gliederzahlen lehren, solchen, die aus Samen hervorgehen, beträchtlich überlegen, und so wäre es durchaus verständlich, daß unter sonst gleichen Verhältnissen in beiden Fällen eine verschiedene mittlere Quirlzahl resultiert.

Auf das Keimblatt folgt im nächsten Jahre ein einzelnes Niederblatt, und dies wiederholt sich nun gewöhnlich mehrere Vegetationsperioden. Dann tritt zum erstenmal ein richtiger Sproß auf, der zwei oder drei Laubblätter trägt. In diesem Stadium verharrt die Pflanze wieder einige Jahre, bis sie so weit erstarkt ist, daß die ersten Vierersprosse erscheinen. Diese sind aber immer noch ziemlich schmächtig und tragen infolge-

[1]) Schumann (lit. 63) sagt: »Jeder meiner Fachgenossen, der Paris quadrifolia gesammelt hat, wird sicher die Beobachtung gemacht haben, daß er nur selten, vielleicht noch niemals eine verzweigte Grundachse aus der Erde genommen hat.« Diese Angabe bezieht sich auf norddeutsche Standorte, und demgegenüber muß auf den großen Reichtum von Rhizomverzweigungen in unserem Gebiet hingewiesen werden.

dessen keine Blüte. Blühsprosse treten meist wohl erst im zweiten Jahrzehnt auf. Die Einbeere braucht also, wie viele verwandte Monokotyledonen, eine recht lange Zeit zu ihrer Entwicklung und durchläuft dabei das Einer-, Zweier- und Dreierstadium, bis sie bei der normalen Gliederzahl anlangt. Es wäre nun aber verfehlt, anzunehmen, daß dieser Anstieg ganz regelmäßig erfolgte. Das ist durchaus nicht der Fall. So kann das Zweierstadium vollständig übersprungen werden. Es können auch rückläufige Bewegungen in der Gliederzahl einsetzen. Auf einen Vierersproß kann ein dreiblättriger, auf einen Dreiersproß ein zweiblättriger oder ein Niederblatt folgen, und dies kann sich mehrmals wiederholen. Ferner kann der gesamte Entwicklungsprozeß auf viele Jahre auseinandergezogen oder in eine kurze Spanne Zeit zusammengedrängt sein. Wir gehen nicht fehl, wenn wir für diese Besonderheiten spezielle Ernährungsverhältnisse verantwortlich machen. Aus alledem folgt aber, daß man aus der Zahl der Blätter keinen bestimmten Schluß auf das Alter der Pflanze ableiten kann. So kann ein nichtblühender Dreiersproß ein recht verschiedenes Alter besitzen. Auf günstigem Boden ist er meist ziemlich jung und macht bald einem Vierersproß Platz; an einem schlechten Standort dagegen bringt es die Einbeere lange nicht zu mehr als drei Blättern; so sind in Döggingen ca. zehnjährige Dreiersprosse gar nicht selten. Aber all diese Sprosse, woher sie auch stammen, haben doch etwas Gemeinsames. Sie sind der Ausdruck für ein gewisses Kräftigkeitsmaß, das dem Rhizom zukommt, und ihre Dimensionen gruppieren sich um einen bestimmten Mittelwert, der diesem Kräftemaß entspricht. Und wenn ich von einem solchen einzelnen Dreiersproß nicht aussagen kann, wie er sich im nächsten Jahre verhalten wird, so besteht doch eine gewisse Gesetzmäßigkeit, die bedingt, daß von einer bestimmten Anzahl von Dreiersprossen ein gewisser Prozentsatz im nächsten Jahr wieder zu Dreiern wird, ein anderer sich der Plus- und wieder ein anderer sich der Minusrichtung zuwendet. Dasselbe gilt natürlich auch für die Vierer-, Fünfer und sonstigen Sprosse, aber die prozentuale Verteilung wird ganz verschieden sein. Um diese Werte zu finden, muß man natürlich ein möglichst großes Sproßmaterial untersuchen und feststellen, wie sich die

Gliederzahlen in zwei aufeinanderfolgenden Jahrgängen verhalten. Keine Pflanze ist für eine derartige Untersuchung geeigneter, als gerade die Einbeere. Denn schon im Juli wird der nächstjährige Sproß unterirdisch angelegt und hat im Herbst, ehe der diesjährige abstirbt, schon eine derartige Größe erreicht, daß die Laubblätter meist eine Länge von über 1 cm aufweisen. Wenn man daher um diese Zeit das Rhizom ausgräbt, kann man die beiden einander zugeordneten Quirlzahlen mit Leichtigkeit feststellen. Ich habe dies für ca. 1000 Rhizome durchgeführt und gebe die Resultate in der folgenden Tabelle wieder. Ich bemerke freilich dazu, daß das Material nicht ein und demselben Standorte entstammt, aber ich habe mich davon überzeugt, daß das Bild dadurch keine wesentliche Veränderung erfährt.

Die erste Tabelle gibt die Zahl der Individuen wieder; in der zweiten sind diese Zahlen in Prozente umgerechnet. Ferner

Tabelle 27.

Diesjährige Gliederzahl	Gliederzahlen im nächsten Jahre						Gesamtzahl
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
1.	10	3	19	3	—	—	35
2.	4	2	8	2	—	—	16
3.	1	1	49	68	—	—	119
4.	—	1	5	356	29	5	396
5.	—	—	3	266	73	11	353
6.	—	—	—	42	27	5	74
7.	—	—	—	1	1	3	5
	15	7	84	738	130	24	978

Tabelle 28.

Diesjährige Gliederzahl	Gliederzahlen im nächsten Jahre						Mittlere Gliederzahl
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
1.	28,57	8,57	54,3	8,57	—	—	2,43
2.	25,00	12,50	50,00	12,50	—	—	2,50
3.	0,84	0,84	41,18	57,14	—	—	3,55
4.	—	0,25	1,26	89,90	7,32	1,26	4,08
5.	—	—	0,85	75,35	20,68	3,12	4,26
6.	—	—	—	56,76	36,49	6,76	4,50
7.	—	—	—	20,00	20,00	60,00	5,40

sind hier in der letzten Kolumne die Mittelwerte angegeben, um die sich die Abkömmlinge der einzelnen Klassen im nächsten Jahre gruppieren.

Die beiden Tabellen zeigen mit auffallender Deutlichkeit, wie verschieden sich die einzelnen Klassen im nächsten Jahre verhalten. Einer- und Zweiersprosse liefern wieder $^1/_3$ ihresgleichen, der Hauptsache nach aber Dreier und nur ganz vereinzelt Vierer. Bei den Dreiersprossen ist ein ganz erheblicher Ruck nach rechts in der Tabelle zu verzeichnen. Das Maximum ist schon nach Vier abgerückt, wenngleich das Übergewicht der Vierer nicht sehr groß ist. Die Vierersprosse ergeben ein ganz steiles Maximum auf Vier, die Kurve ist unsymmetrisch wie die der Dreier, aber im entgegengesetzten Sinn; sie graviert nach der Fünferrichtung. Bei der Fünferklasse ist dies in verstärktem Maße der Fall. Während bei der Viererkurve auf einen Fünfer ca. 12 Vierer kamen, ist hier das Verhältnis 1 : 4. Bei der Sechserkurve liegt zwar der Gipfel ebenfalls noch auf Vier, aber die Fünfer sind noch mehr gewachsen, und die Zahl der Sechser erreicht beinahe 7%. Bei den Siebenern endlich ist der Gipfel von Vier nach Sechs emporgeschnellt. $^4/_5$ aller Fälle liegen über Vier. Alle Kurven in den Horizontalreihen sind eingipflig bis auf die der Einer und Zweier. Das kann aber nach den früheren Angaben nicht mehr befremden.

Insgesamt genommen liefern die beiden Tabellen das typische Bild einer positiven Korrelation, die zwischen den Gliederzahlen zweier aufeinanderfolgender Jahrgänge besteht. Sprosse mit niederen Quirlzahlen sind meistens im nächsten Jahr wieder armblättrig, reichblättrige Sprosse dagegen liefern wieder einen hohen Prozentsatz von überzähligen Individuen, die größte Konstanz weisen die in der Mitte liegenden Vierer auf.

Man hätte übrigens den beiden Tabellen noch eine andere Gestalt geben können. Man hätte zum Beispiel die blühenden und blütenlosen Sprosse getrennt untersuchen können und hätte gefunden, daß sie sich im nächsten Jahr verschieden verhalten. Es würden dann die Variabilitätskurven in den horizontalen Reihen gespalten in zwei Unterkurven von abweichendem Verlauf, und aus der Addition dieser beiden Kurven können wir unsere Hauptkurve entstanden denken. Ich will diese Trennung

jedoch nur für Vierer und Fünfer durchführen. Die erste Tabelle enthält die gefundenen Individuenzahlen, die zweite die Prozente.

Tabelle 29.

Diesjährige Gliederzahl	Gliederzahlen im nächsten Jahr					Gesamtzahl
	2.	3.	4.	5.	6.	
4. nichtblühend	1	3	165	6	1	176
4. blühend	—	2	191	23	4	220
5. nichtblühend	—	3	112	10	—	125
5. blühend	—	—	154	63	11	228

Tabelle 30.

Diesjährige Gliederzahl	Gliederzahlen im nächsten Jahr					Mittlere Gliederzahl im nächst. Jahr
	2.	3.	4.	5.	6.	
4. nichtblühend	0,57	1,70	93,75	3,41	0,57	4,02
4. blühend	—	0,91	86,82	10,45	1,82	4,13
5. nichtblühend	—	2,40	89,60	8,00	—	4,06
5. blühend	—	—	67,54	27,63	4,82	4,37

Aus diesen Zahlenangaben geht deutlich hervor, daß die Blütensprosse als die kräftigeren im nächsten Jahr viel mehr Plusvarianten liefern als die nichtblühenden. Dementsprechend sind auch im nächsten Jahr die Mittelwerte der abgeleiteten Gesellschaft ganz verschieden. Bei den Vierern verhalten sie sich wie 4,02 : 4,13, bei den Fünfern wie 4,06 : 4,37. Aber noch etwas anderes folgt aus unseren Zahlen, daß nämlich die nichtblühenden Fünfer in der folgenden Vegetationsperiode einen kleineren Mittelwert geben als die blühenden Vierer, obwohl sie um ein Blatt reicher sind. Das stimmt aber nach den früheren Messungen durchaus mit den Kräftigkeitsverhältnissen.

Betrachten wir nochmals die Mittelwerte auf Tabelle 28. Es zeigt sich, daß bei den Vierern im nächsten Jahr die mittlere Gliederzahl dem Werte 4,00 sehr nahe kommt, daß also die Änderung sehr gering ist. Ganz anders bei den übrigen Klassen; und zwar verhalten sich die minderzähligen Formen entgegengesetzt wie die überzähligen, denn während bei diesen ein Rückgang der Gliederzahlen zu konstatieren ist, weisen jene einen

Anstieg auf; das bedeutet aber, daß die abweichenden Individuen wieder zu dem Normalwert zurückfluten, und zwar, wie aus den Zahlenwerten folgt, in um so stärkerem Maß, je extremer die Varianten sind. Dadurch wird gewährleistet, daß die Zusammensetzung der ganzen Gesellschaft im Laufe der Jahre gleichbleibt, während sie sonst nach den Polen auseinanderfließen würde.

Wir haben hier eine Erscheinung vor uns, die sich vergleichen läßt mit der sogenannten »Regression«, nur daß es sich dort eben um Generationen und nicht bloß um Jahrgänge ausdauernder Individuen handelt.

Es ist nun interessant zu untersuchen, ob tatsächlich die gefundenen Zahlen so beschaffen sind, daß sie der Forderung, der Bestand solle seine mittlere Zusammensetzung bewahren, genügen. In dieser Berechnung können aber die Daten der Tabelle 27 nicht verwendet werden, weil darin Material von verschiedenen Standorten zusammengestellt ist. Für das, was jene Tabelle ermitteln sollte, war dieses Verfahren gangbar, für unsere spezielle Untersuchung muß aber einheitliches Material gefordert werden, weil ja die einzelnen Standorte eine verschiedene Zusammensetzung aufweisen. Ich greife also aus der Haupttabelle nur die Exemplare des Schönbergs heraus und stelle sie zu einer neuen Tabelle zusammen, in der blühende und nichtblühende Sprosse getrennt sind.

Tabelle 31. Schönberg.

Diesjährige Gliederzahl	Gliederzahl im nächsten Jahre				Zahl der Individ.	Mittlere Gliederzahl im nächst. Jahre
	3.	4.	5.	6.		
3. nichtblühend	4	27	—	—	31	3,87
4. „	—	116	6	1	123	4,07
5. „	1	105	10	—	126	4,08
6. „	—	8	2	2	12	4,50
3. blühend	—	4	—	—	4	4,00
4. „	2	114	18	4	138	4,17
5. „	—	121	56	11	188	4,41
6. „	—	29	24	3	56	4,54
7. „	—	1	1	3	5	5,40
	7	525	117	24	683	

Diese Tabelle gibt uns eine Vorstellung davon, wie sich die verschiedenen Sproßformen im nächsten Jahre verhalten und liefert uns, wenn wir die unterste Zeile betrachten, ein ganz rohes Bild von der Zusammensetzung der ganzen Gesellschaft in der folgenden Vegetationsperiode. Roh ist dieses Bild deshalb, weil die verschiedenen Sproßklassen ja gar nicht in ihrem natürlichen Mengenverhältnis zueinander stehen. So kommen in der Tabelle auf 31 nichtblühende Dreier 123 Vierer und 126 Fünfer usw. In Wirklichkeit ist dieses Verhältnis aber 33 : 7372 : 695. Man muß daher die ganze Tabelle umrechnen auf die empirischen Werte, die 1912 bei der Aufnahme des gesamten Bestandes festgestellt wurden und die in der letzten Vertikalspalte der folgenden Tabelle enthalten sind. Die Untersuchung ist äußerst einfach. Aus Tabelle 31 ist z. B. zu ersehen, daß 123 nichtblühende Vierer wieder 105 Sprosse mit der gleichen Quirlzahl geben. Gefunden wurden 1912 aber 7372 solcher Vierer. Ich finde nun durch die Proportion:

$$123 : 105 = 7372 : x,$$

daß diese 7372 Individuen im nächsten Jahr 6952 Vierersprosse bilden usf. Ich bemerke noch, daß in Tabelle 32 nichtblühende Siebener fehlen, weil keine solchen untersucht wurden.

Tabelle 32.

Gliederzahlen in diesem Jahre	Gliederzahlen im nächsten Jahre				Zugrundgelegte Individuenzahl
	3.	4.	5.	6.	
3. nichtblühend	4	29	—	—	33
4. „	—	6952	360	60	7372
5. „	6	629	60	—	695
6. „	—	30	7,5	7,5	45
3. blühend	—	4	—	—	4
4. „	28	1586	250	56	1920
5. „	—	296	138	7	461
6. „	—	32	27	3	62
7. „	—	1	1	3	5
Berechnete Zusammensetzung im nächsten Jahre	38	9559	843,5	156,5	10597
Empirische Zusammensetzung 1912 . . .	37	9292	1156	104 (+ 8 Siebener)	10597

Da die ganze Gesellschaft von über 10000 Individuen nur drei derartige Siebener enthält, so ist diese Lücke bedeutungslos.

Das, was für uns wesentlich ist, steht in den beiden letzten Zeilen. Wir sehen, die beiden Kurven haben annähernd den gleichen Verlauf. Die Zahl der Dreier stimmt fast überein, Vierer und Sechser sind im folgenden Jahre etwas zu stark vertreten, die Fünfer etwas zu schwach, Siebener fehlen ganz[1]. Es ist möglich daß bei der Untersuchung eines größeren Materials eine noch weitergehende Kongruenz erzielt worden wäre. Aber auch so ist die Übereinstimmung recht gut, besonders wenn man den Mittelwert der beiden Gesellschaften berücksichtigt. Der 1912 empirisch gefundene Mittelwert ist 4,12, der für das nächste Jahr berechnete 4,11; die beiden unterscheiden sich also erst in der zweiten Dezimalen.

Die bisherigen Angaben beziehen sich alle nur auf zwei aufeinanderfolgende Vegetationsperioden. Es wäre nun die Frage aufzuwerfen, wie sich der Prozeß in einer Reihe von Jahren gestaltet. Beobachtungen in der Natur sind hierzu viel zu umständlich und geben auch leicht zu Irrtümern Anlaß, ich habe daher zahlreiche einzelne Rhizome von verschiedenen Standorten in Kultur genommen, alle einzeln in Töpfe gepflanzt, die gute humöse Gartenerde enthielten, und diese Töpfe an einem schattigen Platz des Freiburger botanischen Gartens eingegraben. Allerdings befanden sich die Pflanzen hier unter veränderten Bedingungen, sowohl was die Beschaffenheit des Untergrunds, als auch Licht und Feuchtigkeit anbelangt. Aber dies gilt ja für alle Individuen in gleicher Weise, und da es uns hier nur auf das relative Verhalten der einzelnen Sproßgruppen ankommt, so fällt dieser Wechsel der Verhältnisse nicht ins Gewicht.

Im Jahre 1912 wurden 147 Pflanzen eingesetzt, von denen 108, also über $^2/_3$ in den beiden folgenden Jahren Sprosse bildeten. Die folgenden Schemata (Tabelle 33) veranschaulichen, wie sich die verschiedenen Rhizome verhielten. Dabei bedeuten die römischen Ziffern die Quirlzahl, die arabischen, die dahinter in Klammer beigefügt sind, geben die Häufigkeit an, mit der die

[1]) Dies ist durchaus begreiflich. Wenn bei der Untersuchung der 683 Individuen ein einziger Siebener gefunden worden wäre, so hätte dies schon einen zu hohen Prozentsatz ergeben.

einzelnen Quirlzahlen vertreten sind. Die Pfeile deuten die Richtung der Entwicklung an.

Tabelle 33.

1912	1913	1914
II (2) →	II (1) →	III (1)
	III (1) →	IV (1)
III (11) →	III (4) →	III (1)
		IV (3)
	IV (7) →	IV (7)
IV (24) →	III (1) →	IV (1)
	IV (19) →	IV (15)
		V (4)
	V (3) →	IV (3)
	VI (1) →	IV (1)
V (52) →	IV (40) →	IV (30)
		V (10)
	V (9) →	IV (6)
		V (3)
	VI (3) →	IV (1)
		V (2)
VI (16) →	IV (7) →	III (1)
		IV (4)
		V (2)
	V (6) →	IV (5)
		V (1)
	VI (3) →	IV (1)
		V (1)
		VI (1)
VII (3) →	IV (1) →	IV (1)
	VI (2) →	IV (1)
		V (1)

Obwohl das Material, das dieser Tabelle zugrunde liegt, noch recht gering ist, zeigen sich trotzdem ganz deutliche Gesetzmäßigkeiten und zwar durchaus in der erwarteten Richtung. Zunächst stufen sich alle 6 Klassen mit Ausnahme der beiden höchsten auch im dritten Jahrgang deutlich gegeneinander ab, und infolgedessen ergeben auch die Mittelwerte eine ansteigende Reihe. Der Deutlichkeit halber gebe ich diese Mittelwerte noch einmal in einer besonderen Tabelle wieder.

Tabelle 34.

Mittelwerte		
1912	1913	1914
2,0	2,5	3,5
3,0	3,6	3,9
4,0	4,2	4,2
5,0	4,3	4,3
6,0	4,8	4,3
7,0	5,1	4,3

Aus dieser Tabelle ist zu erkennen, daß das Zurückfluten zu den Vierern auch im dritten Jahrgange anhält und besonders wiederum bei den Extremen stark bemerkbar ist. Bei der Zweiergruppe steigt das Mittel von 2,5 auf 3,5, bei den Siebenern sinkt es von 5,1 auf 4,3. Doch werden wir sehen, daß diese Beträge im Jahre 1915 für die Sechser- und Siebenerklasse 1915 wieder ansteigen, und da sie nur von einer kleinen Individuenzahl abgeleitet sind, darf ihrem absoluten Wert keine so große Bedeutung beigemessen werden.

Aus Tabelle 33 geht nun weiterhin hervor, daß auch innerhalb der einzelnen Gruppen im dritten Jahre eine schöne Abstufung erfolgt. Besonders klar ist dies bei den Fünfern, wo am meisten Versuchspflanzen vorhanden sind. Die Fünfer von 1912 spalten sich 1913 in Vierer, Fünfer und Sechser. Die Vierer liefern 1914 wieder $^3/_4$ Vierer und $^1/_4$ Fünfer, die Fünfer dagegen $^2/_3$ Vierer und $^1/_3$ Fünfer, die Sechser endlich $^1/_3$ Vierer und $^2/_3$ Fünfer. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Sechsergruppe von 1912. Hätte ich mit mehr Material gearbeitet, dann wäre diese Gesetzmäßigkeit sicher auch bei den übrigen Gruppen aufgetreten. Andeutungen hierzu sind ja bei den Dreier- und Siebenersprossen vorhanden.

Dem Jahre 1915 blieb ein weiterer Prozentsatz der 149 eingesetzten Versuchspflanzen aus, so daß nur noch 89 von den Rhizomen in allen 4 Jahren Sprosse bildeten. Das Bild blieb sich aber annähernd gleich. Der Mittelwert der Dreier erhob sich dadurch, daß der größte Teil der ursprünglichen Dreiersprosse, gerade der schwächlichere Anteil, ausblieb, etwas über 4,0, der Mittelwert der Vierer sank auf 4,0, derjenige der Fünfer auf 4,2. Dagegen erreichte die mittlere Gliederzahl der Sechser und Siebener wieder die Höhe von 1913. Ich führe hier im einzelnen nur die Sechsergruppe an (s. Tabelle 34a, S. 702), weil da wieder eine deutliche Stufenfolge zu erkennen war.

Es zeigt sich also, daß diejenigen Abkömmlinge der Sechsergruppe, die 1913 wieder Sechsersprosse bildeten, im Jahre 1915 eine wesentlich höhere mittlere Gliederzahl aufweisen als die, welche 1913 zum Vierertypus zurückkehrten.

Nach all dem bisherigen können wir uns den Entwicklungsgang eines Parisindividuums deutlich ausmalen. Wir können

Tabelle 34a.

1912	1913	1914	1915	
VI (13) →	IV (5) →	IV (3) →	IV (3)	Mittelwert 4,2
		V (2) →	IV (1)	
			V (1)	
	V (5) →	IV (4) →	IV (1)	Mittelwert 5,0
			V (3)	
		V (1) →	VI (1)	
	VI (3) →	IV (1) →	V (1)	Mittelwert 5,2
		V (1) →	V (1)	
		VI (1) →	VI (1)	

zwei Phasen unterscheiden: die Jugendentwicklung und den ausgewachsenen Zustand. Als Eintritt in diesen kann das erstmalige Auftreten einer Blüte betrachtet werden. Der Sproß ist dabei meistens schon zur Vierblättrigkeit gelangt. Nur selten — nämlich dann, wenn sie besonders kräftig ausgebildet sind — tritt auch bei Dreiersprossen Blütenbildung ein.

Bei dem blühenden Viererstadium machen die meisten Pflanzen halt. Nur einzelne entwickeln sich weiter zu Fünfern, Sechsern oder Siebenern; aber das sind für die Mehrzahl nur vorübergehende Phasen; der größte Teil kehrt wieder in den Viererzustand zurück. Im Laufe der Jahre kann daher ein einzelner Sproß ein häufig sich wiederholendes An- und Absteigen der Gliederzahl durchmachen. Diese Oszillationen sind in hohem Maße von äußeren Faktoren abhängig. Darauf beruht es, daß die Zusammensetzung einer ganzen Parisvegetation von einem Jahr zum andern stark wechseln kann. Eine günstige Vegetationsperiode bedingt, daß viele hochzählige Formen entstehen, dadurch werden aber größere assimilierende Flächen geschaffen und es findet auch ein größerer Nahrungsstrom nach dem Rhizom statt. Auf diese Weise kann ein günstiges Jahr in seiner Wirkung noch in die übernächste Vegetationsperiode hinüberreichen. Dasselbe gilt natürlich auch für schlechte Jahrgänge. So kommen Verschiebungen des Mittelwertes zustande, die jedem, der auf diesem Gebiete gearbeitet hat, geläufig sind (cf. lit. 65).

Abschnitt V.

Das Verhalten der Gliederzahlen an verzweigten Rhizomen.

Im letzten Abschnitt wurden die Änderungen besprochen, welche die Gliederzahlen der Einzelsprosse im Laufe der Entwicklung erleiden. Es wurde dabei stillschweigend vorausgesetzt, daß es sich um den Endsproß eines unverzweigten Rhizomes handle. In Wirklichkeit treten aber bei älteren Rhizomen häufig Seitenverästelungen auf, und da ergibt sich sofort eine neue Frage: besteht irgendein Zusammenhang zwischen der Gliederzahl eines Sprosses und seiner Stellung am Rhizom? Lassen sich vor allem Unterschiede in den Quirlzahlen eines Erdsprosses und der zugehörigen Seitensprosse nachweisen? Diese Fragestellung ist um so naheliegender, als solche Differenzen bei oberirdischen Sproßverzweigungen, vor allem Infloreszenzen, schon vielfach festgestellt worden sind. Ein ganz bekanntes derartiges Beispiel ist der Blütenstand von Ruta graveolens. Während die Mehrzahl der Blüten tetramer ist, machen die Endblüten des gesamten Blütenstandes sowie die der Seitenäste fast stets eine Ausnahme; diese Blüten sind nämlich nach der Fünf- oder Sechszahl gebaut. Ebenso bevorzugen die Pelorien mancher Scrophulariaceen die Endstellung (lit. 42, 75, Linaria spuria, Digitalis). Ein weiteres Beispiel ist Myosotis azorica Victoria (lit. 75). Diese Pflanze trägt am Ende der Hauptachse eine stark verbreiterte Blüte, die oft weit über 10, nicht selten 20 und mehr Kronblätter in einem Kreise trägt. Die nächstfolgenden Blüten der Infloreszenz sind nun bedeutend weniger zusammengesetzt, und die Zahl der Kronblätter nimmt im Laufe des Blühens allmählich ab, bis schließlich nur noch 5- bis 6zählige Blüten gebildet werden. Dieselbe Gesetzmäßigkeit beherrscht die Zahl der Randblüten bei Kompositen und die Zahl der Schirmstrahlen bei Umbelliferen (lit. 70, 71).

In größerem Stile sind die Verhältnisse von Haacke und später von Vogler untersucht worden (lit. 25, 70). Haacke stellte für die Randblütenzahl von Tanacetum corymbosum Mittelwerte auf und zwar für die Stammköpfchen, die Astköpfchen und die primären und sekundären Seitenköpfchen. Dabei ergab sich in gesetzmäßiger Weise eine absteigende Zahlenfolge. Aber noch mehr. Zu jedem Endköpfchen eines

Zweiges gehört eine Reihe sukzessiv aufeinanderfolgender Seitenköpfchen, die unter sich keineswegs gleichwertig sind. Diejenigen nämlich, die dem Endköpfchen am nächsten stehen, zeigen geringere Mittelwerte als die entfernteren, so daß der Mittelwert für das letzte, tiefste wieder ein Maximum erreicht. Haacke nimmt nun in Übereinstimmung mit vielen anderen Forschern an, daß hohe Mittelwerte und gute Nahrungszufuhr einander parallel gehen. Dafür spricht auch die erhebliche Größe und das bedeutende Gewicht der hochzähligen Blütenköpfchen. Wenn man Haackes Zahlentabellen überblickt, dann bemerkt man, wie fein und wie exakt die Randblütenzahl den Stand der Ernährungsverhältnisse wiedergibt.

Aber auch für vegetative Sproßverzweigungen hat man ähnliche Erfahrungen gemacht. de Vries führt an (lit. 75), daß bei Lysimachia vulgaris die schwächsten Triebe zweizählig, die stärkeren dreizählig, die kräftigsten vierzählig sind. In diesem Zusammenhang mag auch das Verhalten der Roßkastanienblätter erwähnt werden. Die Zahl der Teilblättchen schwankt innerhalb erheblicher Grenzen. Schwächere Äste, vor allem solche, die weit unterhalb der Krone an der Basis des Stammes entspringen, weisen sehr niedere Zahlen, oft bloß vier oder fünf Abschnitte auf. Ähnliches konstatiert Goebel für die Adventivsprosse von Fraxinus americana (lit. 22).

Es liegt aber nicht in meiner Absicht, hier die Daten auch nur einigermaßen vollständig anzuführen; ich verweise vielmehr auf die schöne Zusammenstellung der einschlägigen Literatur bei P. Vogler (lit. 71). Es kam mir nur darauf an, nachzuweisen, daß es sich hier um ein allgemeines Gesetz organischen Gestaltens handelt.

Nach diesen allgemeinen Erörterungen wenden wir uns wieder dem Rhizom der Einbeere zu. Im Jugendzustande ist es stets unverzweigt. Wenn es ein Alter von mehreren Jahren erreicht hat, dann bildet es häufig, keineswegs aber immer, in bestimmtem Abstand vom jüngsten Internodium einen Seitenast, der seiner Dicke nach meist beträchtlich hinter der Hauptachse zurückbleibt. Dadurch, daß die Hauptachse ihrerseits immer neue Internodien bildet, wird der Seitenast immer weiter nach hinten verschoben und erstarkt zunehmend, so daß er

schließlich die Dicke der Hauptachse zu erreichen vermag. Neue Seitenachsen werden in akropetaler Folge eingeschaltet, so daß ihre Zahl bis zu sechs anwachsen kann. Von den jüngsten bis zu den ältesten, hintersten findet meist eine deutlich abgestufte Zunahme der Kräftigkeit statt. Ein solches Rhizom bildet naturgemäß in einer Vegetationsperiode gleichzeitig mehrere Sprosse.

Betrachten wir zunächst einmal das Verhältnis der Gliederzahl des Hauptsprosses zu dem dazu gehörigen Seitensproß. Dazu dient folgende Tabelle. Die erste Vertikalspalte gibt die Gliederzahl des Hauptsprosses, die oberste Horizontalzeile die des Seitensprosses an. Die Zahlen in den übrigen Spalten bedeuten die Häufigkeit der Fälle. Das Material ist von mehreren Standorten zusammengestellt.

Tabelle 35.

Gliederzahl des Hauptsprosses	Gliederzahl des Seitensprosses						Gesamtzahl der Fälle
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
1.	4	—	1	—	—	—	5
3.	4	2	6	4	—	—	16
4.	—	2	53	73	15	—	143
5.	—	—	6	91	17	1	115
6.	—	—	—	13	5	—	18

Tabelle 36.

Gliederzahl des Hauptsprosses	Gliederzahl des Seitensprosses						Mittlere Gliederzahl des Seitensprosses
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
1.	80	—	20	—	—	—	1,4
3.	25	12,5	37,5	25,0	—	—	2,63
4.	—	1,4	37,1	51,0	10,5	—	3,71
5.	—	—	5,2	79,1	14,8	0,9	4,11
6.	—	—	—	72,2	27,8	—	4,22

Aus den Zahlen der beiden Tabellen geht hervor, daß eine deutliche Korrelation besteht zwischen der Gliederzahl des End- und der des Seitensprosses. Und zwar ist die Quirlzahl des Seitensprosses in der überwiegenden Anzahl der Fälle kleiner

oder gleich groß als die des Hauptsprosses. Von den 18 Rhizomen mit sechsblättrigem Endsproß trug keines im Seitensproß wieder einen Sechser; ca. $^1/_4$ der Seitensprosse sind Fünfer und ca. $^3/_4$ Vierer. Die fünfblättrigen Endsprosse liefern einen einzigen überzähligen und eine geringe Anzahl gleichzähliger Seitensprosse; $^4/_5$ aller Seitensprosse sind Vierer und dazu treten wenige Dreier. Bei den Vierern und Dreiern ist zwar beide Male ein gewisser Prozentsatz von überzähligen Seitensproß vorhanden, dem steht aber ein weit stärkerer Ausschlag nach der Minusrichtung gegenüber; bei den Einern ist dies natürlich nicht möglich. Wenn man nun, wie dies in den beiden Tabellen geschehen ist, die Hauptsprosse, ihrer Gliederzahl entsprechend in Klassen einteilt, dann fügen sich die zugehörigen Seitensprosse zu einer typischen Variabilitätsreihe zusammen. Der Gipfel dieser Reihe liegt in der Einerklasse bei 1, in der Dreierklasse bei 3, in der Vierer-, Fünfer- und Sechserklasse bei 4. Jede dieser Variabilitätsreihen liefert einen bestimmten Mittelwert, und diese Mittelwerte bilden eine ansteigende Reihe. Ich stelle hier die entsprechenden Daten noch einmal aus Tabelle 36 zusammen.

Tabelle 37.

Gliederzahl des Hauptsprosses	1,00	3,00	4,00	5,00	6,00
Mittlere Gliederzahl des zugehörigen Seitensprosses	1,40	2,63	3,71	4,11	4,22
Differenz	—0,4	+0,37	+0,29	+0,89	+1,78

Aus diesen Zahlen geht hervor, daß die mittlere Gliederzahl des Seitensprosses mit Ausnahme der Einer stets kleiner ist als die des Hauptsprosses, und daß die Differenz um so größer ist, je größer die Anzahl der Blätter im Hauptsproß ist.

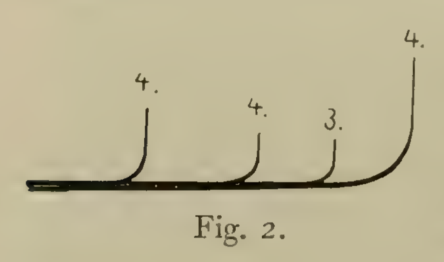


Fig. 2.

Nach zwei Richtungen freilich bedarf unsere Tabelle noch einer Ergänzung. Erstlich läßt sie uns darüber im Unklaren, welcher Art die Haupt- und die Seitensprosse sind, ob sie blühen oder nicht, und zweitens ist kein Unterschied gemacht worden zwischen verschiedenen, aufeinanderfolgenden Seitensprossen. Hat z. B. ein Rhizom die Struktur (s. Fig. 2),

so ist es dreimal gezählt worden, als handle es sich um folgende drei Rhizome:

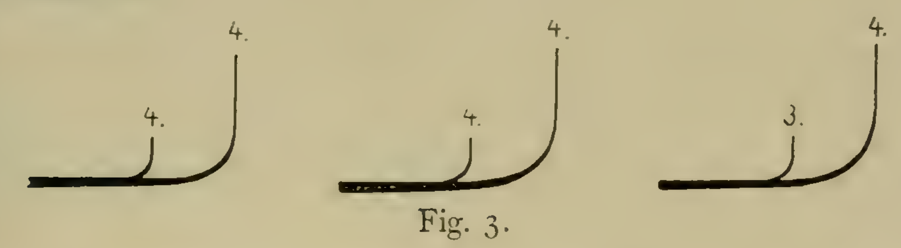


Fig. 3.

Nun wissen wir aber durch Haacke, daß — wie schon eingangs erwähnt — die aufeinanderfolgenden Glieder eines solchen Verzweigungssystems nicht gleichwertig sind, sondern daß beispielsweise bei der Infloreszenz von Tanacetum ein Ansteigen des Mittelwertes von vorn nach hinten stattfindet.

Gehen wir zunächst auf den ersten Punkt ein. Da läßt sich denn ganz allgemein als Regel aufstellen, daß, wenn der Endsproß nicht blüht, auch der Seitensproß nicht zur Blüte gelangt. Bei Rhizomen dagegen mit besonders kräftigen blühenden Endsprossen kommen vereinzelt Fälle vor, wo auch der Seitensproß blüht, aber nur dann, wenn dieser schon mehrere Jahre alt ist. Da aber in diesem Stadium meistens die Rhizomverbindung zwischen Endsproß und Seitensproß durch Wegfaulen der älteren Internodien unterbrochen ist, so sind derartige Beispiele recht selten, und man versteht, wie Scholz (lit. 62) zu der Behauptung kommen konnte, Seitensprosse gelangten nie zur Blüte.

Auf solche Rhizome mit blühenden, kräftigen Endsprossen sind auch im wesentlichen die Fälle beschränkt, wo die Gliederzahl des Seitensprosses die des Hauptsprosses übersteigt; es liegen dann die Verhältnisse so, daß etwa ein blühender Vierer seitlich einen nichtblühenden Fünfer trägt. Nun geht aber aus unseren früheren Messungen hervor, daß im Durchschnitt ein blühender Vierer wesentlich kräftiger ist, als ein nichtblühender Fünfer, und so kann uns eine derartige Anordnung keineswegs wundernehmen.

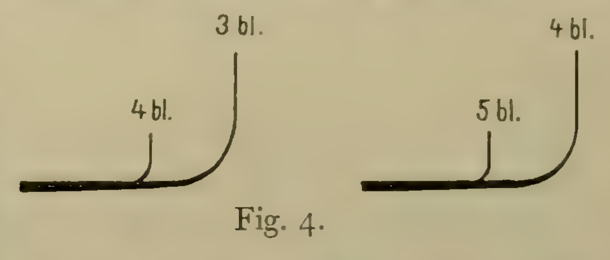


Fig. 4.

Vereinzelt treten freilich auch solche Rhizome auf (s. Fig. 4)[1],

[1]) bl. bedeutet hier wie im folgenden immer »blühend«.

Hier handelt es sich aber dann immer um alte Rhizome, bei denen sich im Laufe der Jahre der Unterschied in der Kräftigkeit zwischen Haupt- und Nebenachse ausgeglichen hat, und Messungen ergaben fast stets, daß hier ausnahmsweise die Seitensprosse in ihren Maßen die Hauptsprosse übertrafen, während in den Dutzenden von entgegengesetzten Fällen, wo der Seitensproß gleich- oder minderzählig war, die Größenverhältnisse umgekehrt lagen.

Und nun zum zweiten Punkt. Wie verhalten sich Rhizome mit mehreren Seitensprossen? Wie schon früher angedeutet wurde, sind die weiter nach hinten gelegenen Verzweigungen älter und damit auch kräftiger. Wir dürfen daher erwarten, daß auch die Gliederzahl von vorn nach hinten ansteigt. Typisch sind in dieser Hinsicht folgende Fälle:

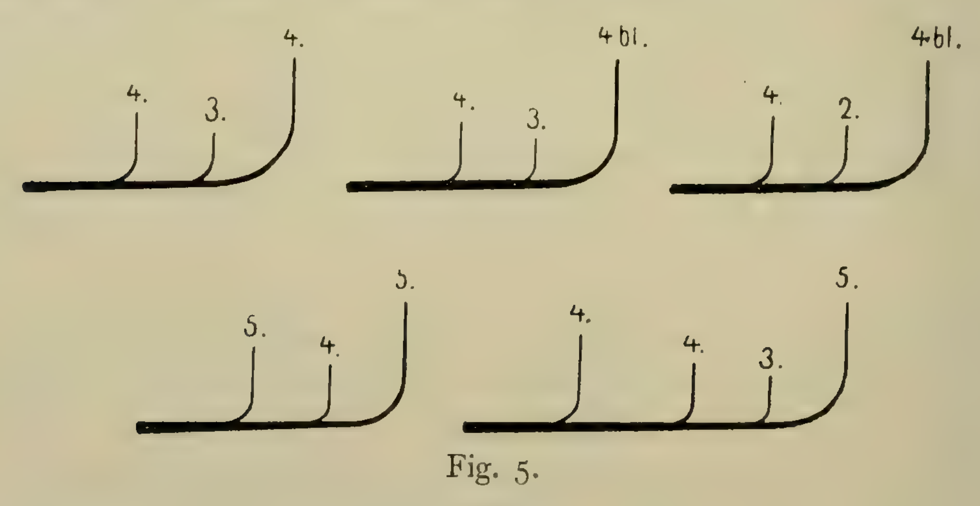


Fig. 5.

Viel seltener sind z. B. folgende Schemata:

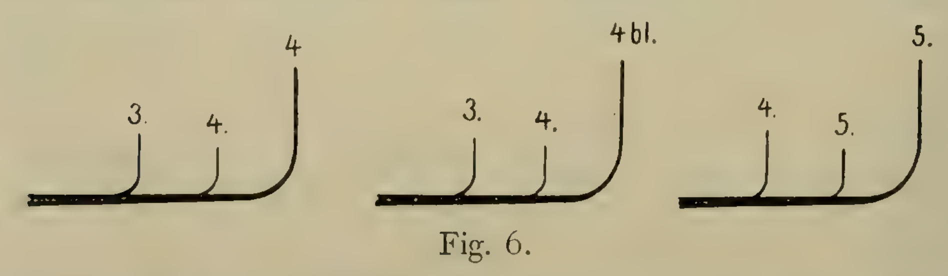


Fig. 6.

Leider sind Rhizome mit mehreren Seitensprossen so selten, daß ich bisher noch kein genügend großes Zahlenmaterial sammeln konnte. Deshalb will ich mich auch auf ein Beispiel beschränken. Am Schönberg wurden 12 Rhizome gesammelt mit vierblättrigem Endsproß und je zwei Seitensprossen. Die

jüngeren, näher der Spitze gelegenen, ergaben eine mittlere Gliederzahl von 3,29, die älteren eine solche von 3,64. Es ist also ein deutlicher Unterschied vorhanden.

Wir haben bisher nur von Rhizomen mit Seitensprossen erster Ordnung gesprochen. Es treten aber auch, wenngleich sehr vereinzelt, Rhizome mit Verzweigungen zweiten Grades auf. Leider aber sind sie sehr schwer auszugraben, da die Achsen spröde sind und leicht zerbrechen, so daß der Zusammenhang nicht immer vollständig zu verfolgen ist. So erklären sich die Fragezeichen, welche die folgenden Schemata aufweisen. Insgesamt wurden sieben doppelt verzweigte Rhizome gefunden:

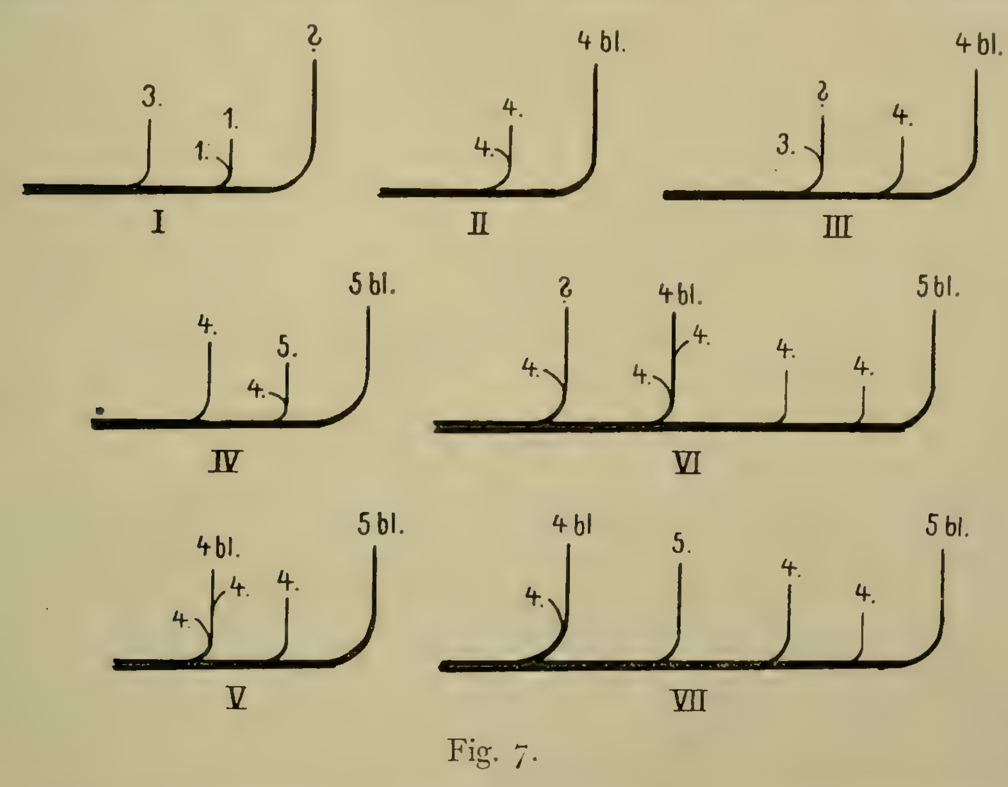


Fig. 7.

In der Mehrzahl der Fälle ist also die Gliederzahl bei primärem und zugehörigem sekundären Seitensproß dieselbe, nur einmal ist sie bei diesem geringer (IV). Aller Wahrscheinlichkeit nach war dies auch bei Rhizom III der Fall. Bei Rhizom V und VI ist die Gliederzahl des Endsprosses größer als die aller primären und sekundären Seitensprosse, und Rhizom I veranschaulicht die Zunahme der Gliederzahl von vorn nach hinten. Uns interessiert hier am meisten Rhizom VII, dessen Schema ich hier nochmals in veränderter Form wiedergebe. Es sind die Internodien

eingetragen und die Zahlen an den einzelnen Sprossen bedeuten die Masse für Stiellänge, Blattlänge und Blattbreite.

Wir sehen, daß der Endsproß, ein blühender Fünfer, der stärkste ist. Dann folgt im Intervall von vier Internodien ein nichtblühender Vierer und zwei Internodien, weiter ein ebensolcher. Beide zeigen nur geringe Dimensionen. Der nächste Seitensproß, der fünf Internodien zurückliegt, ist wesentlich stärker und trägt fünf Blätter, ohne aber zu blühen. Daran schließt sich

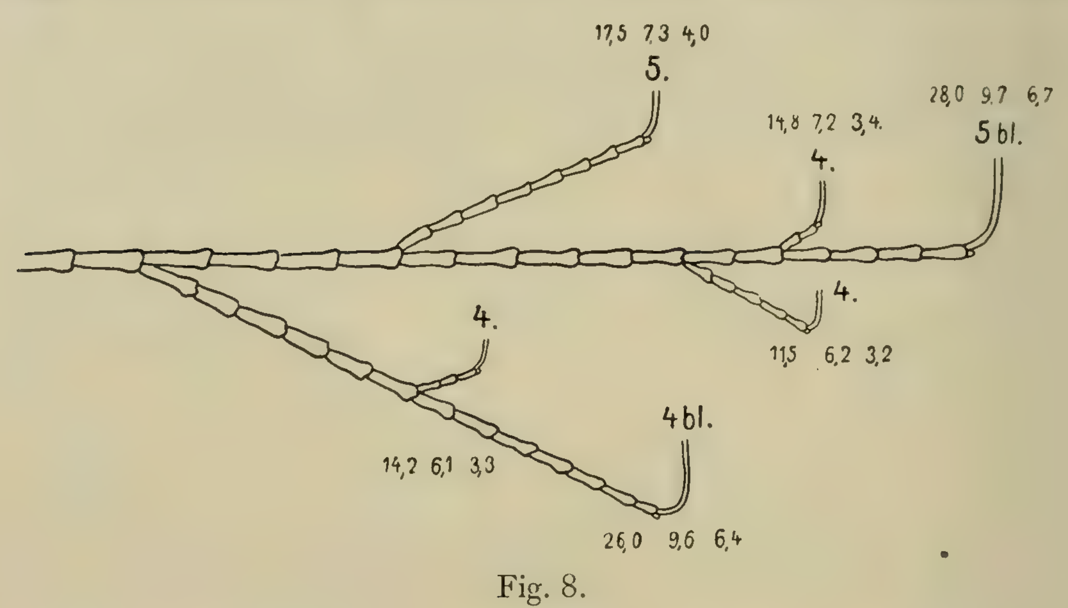


Fig. 8.

als letzter Seitensproß in einer Distanz von vier Internodien ein blühender Vierer an. Die Gliederzahl geht also wieder um eins zurück, da aber blühende Vierer kräftiger sind als nichtblühende Fünfer, so entspricht die Stufenfolge genau dem, was man erwarten sollte. Dieser Vierersproß hat schon 13 Internodien, besitzt also ein Alter von vier Jahren. Er trägt als Seitensproß zweiter Ordnung einen nichtblühenden Vierer. Nach all dem bisherigen können wir nun schon Vermutungen aufstellen, wie sich die weitere Entwicklung dieses Rhizoms gestalten wird. Der Endsproß wird vermutlich fünfblättrig bleiben oder gar in einen Sechsersproß übergehen. Seitensproß I und II werden mehr und mehr erstarken und entweder zu nichtblühenden Fünfern oder blühenden Vierersprossen werden, was auch vom dritten Seitensproß zu erwarten ist. Der letzte Seitensproß endlich wird in nicht allzulanger Zeit seinen Zusammenhang mit dem Hauptrhizom lösen und dann seine eigenen Wege gehen. Zu dem

einen sekundären Seitensproß werden sich neue hinzugesellen, und der schon vorhandene wird zu einem Blühsproß werden. Auf diese Weise kann daher aus einem einfachen Parisrhizom in einem Jahrzehnt eine ganze Kolonie hervorgehen und diese Kolonie wird uns alle verschiedenen Stadien der Erstarkung zeigen.

Es gibt tatsächlich Kolonien von Einbeeren in der Natur, die wir wohl mit Recht auf einen einzigen Sproß zurückführen müssen. Ich meine solche Fälle, wo wir an einer Stelle einen dichten Bestand von Paris antreffen, während die Umgebung frei von dieser Pflanze ist. Gräbt man an solchen Stellen nach, so stößt man auf ein verwirrendes Netz von Rhizomen, die da und dort miteinander in Zusammenhang stehen. Oft ist die Verbindung nur noch undeutlich; es ist keine lebende Brücke mehr vorhanden, aber an ihrer Stelle liegen einzelne verfaulte Internodien, welche die frühere Zusammengehörigkeit aufdecken. Mitunter sind auch diese letzten Reste verschwunden, aber man sieht, wie auf ein besonders kräftiges Rhizom — den ursprünglichen Endsproß — seitlich konvergierend viele andere Rhizome hinzulaufen, jedoch einige Zentimeter vorher aufhören. Aus dem Winkel, den sie mit dem mutmaßlichen Mutterrhizom bilden, aus ihrer Kräftigkeit und aus ihrer gesamten Gruppierung können wir mit ziemlicher Sicherheit schließen, daß wir es mit einer ursprünglich zusammengehörigen Gesellschaft zu tun haben. Und wenn wir dann die Gliederzahlen beachten, so finden wir, daß sich all das, was vermutungsweise über die weitere Ausbildung des Rhizoms VII geäußert wurde, durchaus bestätigt.

Wie rasch in der geschilderten Weise die Sproßzahl vermehrt werden kann, das ist bei einigen meiner Versuchspflanzen sehr schön zutage getreten. Ich führe hierzu in Tabelle 37a einige Belege an. Es muß dabei noch bemerkt werden, daß sich die Rhizome hier keineswegs in normalen Bedingungen befanden; es stand ihnen nur der beschränkte Raum eines Blumentopfs — ca. 15 bis 20 cm im Durchmesser — zur Verfügung, und trotzdem trat in vielen Fällen eine starke Rhizomverästelung ein; in einem Falle (Versuchspflanze Nr. 120) hatte ein kräftiger Sechsersproß im vierten Jahre 14 Seitensprosse gebildet. Mit einer Ausnahme (Versuchspflanze Nr. 55) waren

die Rhizome ursprünglich alle unverzweigt, die ersten Seitensprosse traten in spärlicher Anzahl erst im nächsten Jahre auf, doch mögen hier schon einige Rhizomabzweigungen vorhanden gewesen sein, die aber, wie das häufig geschieht, noch keine Laubsprosse über die Erde emporsandten.

Tabelle 37a.

Nr. der Versuchspflanze	1912	1913	1914	1915
127.	3	4, 4, 4	4 bl., 4, 4	4 bl., 4 bl., 4, 4
102.	4 bl.	4 bl.	4 bl., 4 bl., 4, 4, 4	4, 4, 4, 4,
22.	4 bl.	4	4, 4	4 bl., 4 bl., 4, 3
16.	4 bl.	4, 4, 4, 4	4 bl., 5, 4, 4, 4, 4, 4	4 bl., 4 bl., 4, 4, 4, 4, 4, 4
93.	5 bl.	4 bl.	4 bl.	4 bl., 4, 3, 3
70.	5 bl.	4 bl.	4, 4	5 bl., 4, 4, 4
121.	5 bl.	4, 4	4 bl., 4 bl. 4, 4	5 bl., 4 bl., 5, 4
92.	5 bl.	5 bl.	5 bl., 4, 4, 4	4 bl., 4 bl., 4, 4
59.	5 bl.	6 bl.	5 bl., 4 bl., 4, 4, 4	5 bl., 5 bl., 4 bl., 4
126.	6	5 bl.	4 bl., 4, 4	5 bl., 4 bl. 5, 4, 4
55.	6, 5	6 bl., 5	6 bl., 5 bl., 5, 4, 4	6 bl., 6 bl., 6 bl., 5 bl., 4
56.	6 bl.	6 bl.	5 bl., 5 bl., 4 bl., 4, 4, 3	5 bl., 5 bl., 5 bl., 5, 4, 4
120.	6 bl.	5 bl.	4 bl., 4 bl., 5, 4, 4, 4	5 bl., 5 bl., 4 bl., 4 bl., 4 bl., 4 bl., 4 bl., 5, 5, 5, 4, 4, 4, 4, 4, 4

Da die Rhizome zur weiteren Beobachtung ungestört in den Töpfen belassen wurden, ist es natürlich nicht möglich, die Art, wie die Verästelung erfolgte, näher anzugeben. Doch kann man nach den früheren Beobachtungen in den einfacheren Fällen wenigstens den Gang der Entwicklung mit einiger Sicherheit angeben. So wird sich beispielsweise bei Versuchspflanze 55 der Prozeß folgendermaßen abgespielt haben (s. Fig, 9).

Ist dem wirklich so, dann haben wir hier wieder ein schönes Beispiel für Abstufung der Gliederzahlen vor uns. Es mag übrigens auffallen, daß hier wie in verschiedenen anderen Fällen, so früh Seitensprosse in blühendem Zustande auftreten. Meistens sind sie zwar durch ein einjähriges blütenloses Stadium vorbereitet, dennoch aber ist dieses Verhalten bemerkenswert, da hierin anscheinend ein Gegensatz zwischen den Pflanzen in der freien Natur und den im Garten kultivierten beruht.

So, wie es bisher dargestellt wurde, gestalten sich die Rhizomverzweigungen unter normalen Bedingungen. Aber es können auch Zustände eintreten, wo die Hauptachse zur Bildung von Seitensprossungen schreitet an Stellen, wo dies sonst unterblieben wäre, so z. B. wenn man das vordere Ende des Rhizoms abschneidet. Ich beobachtete einen solchen Fall zum ersten Male am Dögginger Standort. Ein Rhizom hatte — offenbar durch meine Nachgrabungen im Vorjahre — seine Spitze ver-

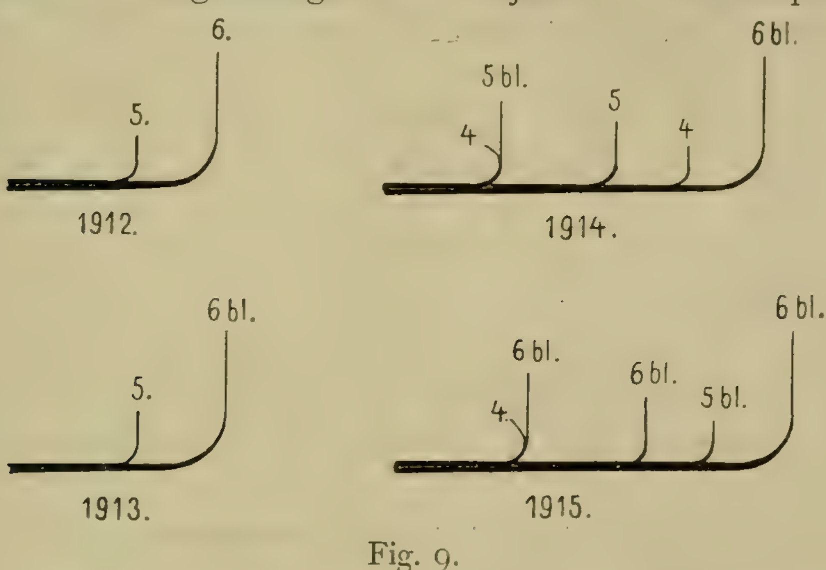


Fig. 9.

loren. Am Vorderende war eine ziemlich glatte Schnittfläche vorhanden. Der Stärke des Rhizoms nach mußte es sich aller Wahrscheinlichkeit gemäß um einen Viererspröß gehandelt haben. Kurz hinter der Abbruchstelle waren zwei Seitenverästelungen aufgetreten und beide trugen einen äußerst zarten Einersproß.

Während wir es hier mit einer Reaktion auf einen künstlichen Eingriff zu tun haben, erfolgt eine derartige Zwergsproßbildung offenbar auch sehr häufig spontan. Ich konnte nämlich feststellen, daß bei dem mehrfach erwähnten Wegfaulen des hinteren Rhizomendes die einzelnen Internodien nicht in gleichmäßiger Reihenfolge absterben, sondern daß manche, die schon aus dem allgemeinen Verbande losgelöst sind, noch längere Zeit am Leben bleiben; die in ihnen aufgespeicherte organische Substanz geht keineswegs verloren, sondern wird zur Bildung kleiner Adventivsprosse aufgebraucht, die meistens 1—3 blättrig, nur sehr selten vierblättrig sind. Die zierlichen Seitenrhizome

erstarken dann im Laufe der Jahre mehr und mehr und sind dann natürlich nicht von solchen zu unterscheiden, die sich aus einem Samen entwickelt haben. Ich fand derartige, isolierte Internodien mit kleinen Seitenrhizomen an 4 Standorten, bei Weingarten, Wolfartsweier, Neudorf und Daxlanden. An diesem letzten Standort konnte ich feststellen, daß solche Fälle keineswegs selten sind. Es wurden 18 Einer und 5 Zweier ausgegraben, und davon entsprangen 7 Einer und 2 Zweier einem losgelösten Rhizomfragment, das aus ein bis zwei verfaulten Internodien bestand. Daraus kann man den Schluß ziehen, daß diese besondere, bisher anscheinend noch nicht beobachtete Form vegetativer Vermehrung bei der Einbeere eine große Rolle spielt.

Es war für mich nun von Interesse, festzustellen, ob es leicht ist, sich derartige Zwergsprosse künstlich zu züchten. Zu dem Zwecke wurden Rhizome zerstückelt und die einzelnen Fragmente, die stets ein Internodium umfaßten, in gute Gartenerde gepflanzt. Das Ergebnis ist aus der folgenden Tabelle ersichtlich:

Tabelle 38.

Gliederzahl der Zwergseitensprosse	1.	2.	3.	4.
Fragmente von 3. nichtblühend	7	—	3	—
„ „ 4. „	5	—	7	—
„ „ 4. blühend	—	—	9	9
„ „ 5. „	2	—	—	1
„ „ 6. „	—	1	1	3
Zahl der Fälle	14	1	20	13

Die Tabelle zeigt, daß sich unter den 48 aufgetretenen jungen Sprossen nicht weniger als 14 Einer befinden; der Rest besteht größtenteils aus Dreiern. Die 13 Vierersprosse der Tabelle stammen ausschließlich von Rhizomen, die einen Blühsproß trugen, es ergibt sich hier also wieder eine deutliche Beziehung zu der Kräftigkeit des Mutterrhizoms.

Diese Versuche zeigen, daß es sehr leicht ist, sich in den Besitz von niederzähligen Zweigsprossen zu setzen. Vielleicht gelingt es in der Zukunft, durch weitergehende Zerstückelung noch auffallendere Befunde in dieser Richtung zu erhalten.

Abschnitt VI.

Das Verhalten der Gliederzahlen in verschiedenen Generationen.

An die Untersuchung über das Verhalten eines Parisindividuums im Verlaufe seiner Ontogenese würde sich naturgemäß die Frage nach dem Verhalten fortlaufender Generationen anschließen. Leider ist in dieser Hinsicht noch gar nichts bekannt geworden[1], und dies aus begreiflichen Gründen. Die Einbeere braucht zu ihrer Entwicklung eine beträchtliche Anzahl von Jahren und erst nach einem Jahrzehnt ist sie im allgemeinen so weit fortgeschritten, daß sie Beeren trägt. Man braucht also für jede Generation 10 Jahre. Dazu gesellt sich aber eine weitere Schwierigkeit. Im allgemeinen findet ja ein ständiger Anstieg der Gliederzahlen statt, der aber nicht bei einem bestimmten Punkte zu endigen braucht, da jeder Fünfer wieder zu einem Vierer und jeder Vierer zu einem Fünfer werden kann. Welche Phasen soll man also miteinander vergleichen? Immerhin läßt sich die Frage so fassen: liefern die Abkömmlinge einer bestimmten vierblättrigen Pflanze nach einer gewissen Anzahl von Jahren insgesamt genommen ein anderes Bild als die Nachkommen einer fünfblättrigen nach derselben Zeit?

Dabei erheben sich aber sofort neue Bedenken. Wenn ein Same sich im Laufe der Jahre zu einer ausgewachsenen Pflanze entwickelt hat, dann sind für seine definitive Ausgestaltung nicht nur die Anlagen und Stoffe wirksam gewesen, die er von der Mutterpflanze überkommen hat, sondern es spielen bei einer derartigen Zeitspanne auch die Außenfaktoren eine Rolle und diese könnten im entgegengesetzten Sinne wirken. Man kann daher nie klar auseinanderhalten, was auf Kosten der Vererbung und was auf Rechnung des Milieus zu setzen ist. Es ist daher ein unbedingtes Erfordernis, daß die Samen unter ganz gleichen Bedingungen aufwachsen. Je geringer die Zahl der Jahre ist, desto zuverlässiger sind auch die Vergleichswerte

[1]) In einem Referat in Justs Jahresbericht über eine Notiz von Odell (Gard. Chron. 3 ser. XXXII wird angegeben, daß ein fünfblättriges Individuum seine Gliederzahl auf die Nachkommenschaft vererbt habe. Diese Darstellung beruht auf einem Irrtum. In der Notiz heißt es: »The number is constant on the plant.« Das bezieht sich offenbar bloß auf das Verhalten des Rhizoms in verschiedenen Jahrgängen.

und es empfiehlt sich daher, nicht die ausgewachsenen Nachkommen verschiedenzähliger Sprosse miteinander zu vergleichen, sondern die jungen Individuen. Es wäre also die Frage zu beantworten: Welche Unterschiede hinsichtlich der Quirlzahlen zeigt die Nachkommenschaft von 4-, 5- und 6zähligen Pflanzen im zweiten, dritten oder vierten Jahre. Das erste Jahr kommt ja nicht in Betracht, da hier bloß das Keimblatt auftritt.

Das Material, welches ich in dieser Richtung verarbeitete, ist nicht sehr erheblich, immerhin aber groß genug, um deutliche Fingerzeige zu geben. Im Herbst des Jahres 1912 wurden Samen von Vierern, Fünfern, Sechsern und Siebenern in Töpfe mit Gartenerde eingepflanzt. 1913 erschienen die ersten Keimlinge. Leider versäumte ich 1914 meine Kulturen nachzusehen. Das Verhalten der Sämlinge 1915 ist aus der folgenden Tabelle zu ersehen.

Tabelle 39.

Gliederzahl der Mutterpflanze	Zahl der ausgesäten Beeren	Beschaffenheit der Keimpflanzen im 3. Jahre						Zahl der Indiv.	Zahl der Keimpflanzen auf 100 Beeren
		Keimblattstadium	1-blättrig	2-blättrig	3-blättrig	4-blättrig	5-blättrig		
4.	24	5	—	—	1	—	—	6	25
5.	50	6	6	—	17	1	—	30	60
6.	13	2	3	1	10	—	—	16	123
7.	2	—	—	—	6	6	1	13	650

Zunächst fällt in dieser Tabelle auf, daß eine erhebliche Anzahl von Samen offenbar erst im dritten Jahre auskeimt. Dieses Verhalten ist aber schon bekannt. Nach einer Angabe von W. Kinzel (lit. 35) haben von einer bestimmten Menge Parissamen im ersten Jahre 2%, im zweiten 3%, im dritten 35% und im vierten 98% gekeimt. Wie man sieht, gelangte bei seinen Versuchen die Hauptmenge überhaupt erst im vierten Jahre zur Keimung und es ist daher bei meinen Kulturen für 1916 noch eine beträchtliche Vermehrung des Individuenbestandes zu erwarten.

Weiterhin zeigt die Tabelle, daß die Zahl der aufgetretenen Keimlinge in den einzelnen Klassen recht verschieden ist. Die zweite Kolumne enthält die Menge der Beeren, deren Samen ausgesät wurden. Berechnet man nun, wie viele Keimlinge auf

100 Beeren entfallen, dann erhält man die Zahlen der letzten Kolumne. Man sieht sofort, wie die Anzahl der Keimlinge von den Vierern zu den Siebenern ganz gewaltig ansteigt. Während bei den Vierern nur jede vierte Beere einen Keimling hervorbringt, entfallen auf die Beere eines Siebeners 6 bis 7 Keimpflänzchen. Man kann diese Verhältnisse in doppelter Weise deuten. Entweder ist die Keimfähigkeit bei den Nachkommen niederzähliger Individuen überhaupt geringer, oder aber es tritt die Keimung hier mit größerer Verspätung ein, so daß das Defizit im nächsten oder übernächsten Jahr ausgeglichen wird. Der weitere Fortgang der Versuche wird ja hierüber Klarheit verschaffen. Wahrscheinlich wirkt beides zusammen. Soviel aber ist sicher, daß der zweite Umstand mit beteiligt ist; das ergibt sich aus dem Mengenverhältnis der Keimblattstadien im dritten Jahr. Bei den Vierern hat bloß ein Individuum diese Phase überschritten und ist bei der Dreierstufe angelangt. Bei den Siebenern dagegen haben alle Individuen das Dreier- und Viererstadium erreicht, eines ist sogar schon fünfblättrig geworden, während Keimblätter ebenso wie Einer und Zweier fehlen. Die Nachkommen der Fünfer und Sechser nehmen eine vermittelnde Stellung ein. Der besseren Vergleichbarkeit halber habe ich einen Teil der Tabelle 39 in Prozente umgerechnet.

Tabelle 40.

Gliederzahl der Mutterpflanze	Keimblattstadium	1-blättrig	2-blättrig	3-blättrig	4-blättrig	5-blättrig	Mittlere Blattzahl
4.	83	—	—	17	—	—	1,3
5.	20	20	—	57	3	—	2,2
6.	13	13	6	62	—	—	2,3
7.	—	—	—	46	46	8	3,6

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, daß die Keimblattstadien mit dem Ansteigen der Quirlzahl der Mutterpflanzen rasch von 83% auf 0 herabsinken. Die letzte Kolumne dagegen zeigt, daß die mittlere Anzahl der Blätter von Klasse zu Klasse steigt. Ich bemerke aber zu diesen Mittelwerten, daß bei der Berechnung auch Individuen, welche noch auf dem Keimblattstadium stehen, mitgezählt sind und dabei als einblättrig gerechnet

wurden. Für unsere Zwecke ist ja eine derartige Einbeziehung gerechtfertigt. Schließlich sei noch erwähnt, daß alle Individuen im dritten Jahrgange blütenlos waren und sehr geringe Größenmaße aufwiesen.

Wir können die geschilderten Verhältnisse so auslegen, daß die Nachkommen der vielblättrigen Sprosse in ihrer Entwicklung denen der wenigblättrigen voraneilen; die einzelnen Etappen der Erstarkung werden auf eine viel kürzere Zeit zusammengedrängt, und so kommt es, daß ein Keimling der Siebenerklasse schon im dritten Jahre das Fünferstadium erreichen konnte. Es besteht also sicher in gewissem Sinne eine Erblichkeit. Die Deszendenten der höheren Klassen sind kräftiger, als die der niederen und haben daher viel größere Aussicht, selbst wieder zu höherzähligen Sprossen zu werden.

Es besteht gar kein Zweifel, daß diese Gesetze, wenn nur noch ein größeres Material untersucht wird und wenn die Beobachtungen auf eine längere Reihe von Jahren ausgedehnt werden, viel deutlicher zutage treten werden.

Abschnitt VII.

Der Einfluß der Standortsverhältnisse auf die Gliederzahl.

Wir haben uns im Abschnitt IV und V mit dem Verhalten der einzelnen Rhizome beschäftigt. Wir haben gesehen, wie bei dem Endsproß vom Keimungsstadium bis zum ausgewachsenen Zustand eine bestimmte Wandlung der Gliederzahlen eintritt, wir haben den Seitensproß in seiner Genese verfolgt und es hat sich gezeigt, daß beide Entwicklungslinien einander parallel gehen. In beiden Fällen waren es, wenn wir es kurz formulieren wollen, die inneren Ernährungsbedingungen, die eine allmähliche Zunahme der Quirlzahlen verursachten. Innere Faktoren sind es auch, die, wir wir im vorhergehenden Abschnitt gesehen haben, bewirken, daß sich der Entwicklungsgang bei den Nachkommen hochzähliger Formen anders gestaltet, als bei denen niederzähliger Individuen. Nunmehr wenden wir uns der Betrachtung ganzer Parisbestände zu und stellen uns folgende Frage: zeigen diese Bestände an verschiedenen Standorten auch ein der Natur des Standortes entsprechendes ver-

schiedenes Verhalten? Überwiegen an ungünstigen Stellen minderzählige, an günstigen dagegen hochzählige Formen? Oder mit einem Worte, besteht eine Abhängigkeit der mittleren Gliederzahl von den äußeren Faktoren?

Zahlreiche Untersuchungen an anderen Pflanzen geben uns ja in dieser Hinsicht einen deutlichen Fingerzeig. Am klarsten ist bisher der Einfluß des Nährstoffgehaltes auf die Gliederzahl herausgearbeitet. Goebel erwähnt (lit. 20), daß Agrimonia Eupatorium auf Wegen häufig nur fünf Staubblätter bildet, während bei besserer Ernährung deren Zahl bis auf 20 ansteigt. Buchenan führt in seiner Flora (lit. 4) an, daß Juncus bufonius bei Zwergexemplaren auf magerem Untergrund dimere Blüten besitzt. Ich selbst beobachtete auf steinigem Boden eine Zwergform von Campanula glomerata, die eine dreigipflige Blumenkrone aufwies. Heracleum Spondylium tritt nach Ludwig in zwei Rassen auf, einer solchen, deren Doldenstrahlenmaximum bei 13 liegt und diese wächst auf Wiesen; die andere Rasse steht an Chausseerändern und hat den Hauptgipfel auf 10 (lit. 47). Ähnlich verhält sich Primula elatior nach demselben Autor (lit. 71). Bei vielen Kompositen ist die Strahlenblütenzahl und die Randblütenzahl direkt ein Maßstab für die Qualität des Bodens (lit. 25, 47, 48, 50, 71).

In derselben Richtung wirkt die Feuchtigkeit des Bodens. Campanula glomerata verfügt nach Haacke an trockenen Standorten viel häufiger bloß über zwei Griffel als an feuchten, und Vogler wies zahlenmäßig nach, daß die Doldenstrahlen von Primula farinosa mit der Feuchtigkeit zunehmen. Nach seinen Untersuchungen drücken auch rauhes Klima und kurze Vegetationsdauer die Zahl der Doldenstrahlen herab. »Aber bei gleichen klimatischen Verhältnissen wirken noch spezielle Standortsverhältnisse auf den Kurvenverlauf ein. Je größer die Feuchtigkeit ist, um so geringer ist die Anzahl der wenigstrahligen Dolden.« Vogler gelangt zu dem Schluß, daß man neben klimatischen Rassen noch Ernährungsmodifikationen, speziell bedingt durch den Feuchtigkeitsgrad des Bodens, unterscheiden muß (lit. 68).

Weit weniger bekannt ist die Wirkung von Wärme und Licht. Schon Müller und Burkill (lit. 53, 5) haben ange-

nommen, daß die Staubgefäßzahl bei manchen Pflanzen mit der Wärme zunimmt. Dasselbe sucht Goethart (lit. 23) für verschiedene Malvaceen nachzuweisen. Reinöhl (lit. 59) bestreitet die Beweiskraft von Goetharts Zahlen und findet, daß sich beim Androeceum von Stellaria media irgendeine Beziehung zwischen Temperatur und Gliederzahl nicht ermitteln läßt. Dagegen stellte er mit einem größeren Versuchsmaterial fest, daß die Beleuchtung die mittlere Antherenzahl stark beeinflußt und zwar derart, daß der Mittelwert bei ungünstigen Lichtverhältnissen um einen erheblichen Betrag erniedrigt wird. Schließlich seien noch die Untersuchungen Lehmanns (lit. 44) erwähnt, nach denen die Zahl der Perigonblätter von Ficaria ranunculoides der Temperatur parallel geht.

Während sich all diese Angaben vornehmlich auf Beobachtungen im Freien stützen, finden wir bei de Vries (lit. 73/75) eine Menge von experimentellen Belegen. Durch günstige Kulturverhältnisse erzielte er seine gefüllten Formen von Chrysanthemum segetum, während A. Weisse (lit. 77) durch schlechte Ernährung den Kurvengipfel der Randblüten bei Helianthus annuus auf 21 herabdrücken konnte. Seine Untersuchungen über den polycephalen Mohn faßt de Vries mit den Worten zusammen: »Es zeigt sich, daß gute Erde, starke Düngung, sonnige Lage, gleichmäßige Feuchtigkeit und vor allem weiter Stand die Anzahl der Karpelle pro Pflanze vergrößern, während sandiger Boden, Beschattung, Kälte, Trockenheit und dichter Stand diese Anzahl herabsetzen und zwar in erheblichem Maße (lit. 75).

Die größte Anzahl aller derartigen Beobachtungen wurde bei den Kompositen angestellt. Diese Pflanzen sind besonders deshalb sehr geeignet, weil die Schwankungen sich innerhalb einer sehr weiten Amplitude bewegen und deshalb der Ausschlag recht groß ist. Die Einbeere ist in dieser Hinsicht ein viel ungünstigeres Objekt, denn die Gliederzahl schwankt hier nur zwischen 1 und 7. Dabei treten die extremen Varianten so selten auf, daß der Mittelwert durch sie nur wenig beeinflußt wird. Es war daher notwendig, ein sehr großes Material zu verarbeiten, um den geringen Differenzen der Mittelwerte den genügenden Sicherheitsgrad zu geben.

Es handelte sich bei meinen Zählungen vor allem darum, möglichst verschiedenartige Standorte zum Ausgangspunkte zu nehmen. Die untersuchten Lokalitäten liegen im Schwarzwalde, in der Baar, im Kaiserstuhl, im Kraichgauer Hügelland und in der Rheinebene. Der Untergrund besaß die heterogenste Beschaffenheit; teils waren es kalkreiche Böden (Lößlehm, Mergel), teils kalkarme (Granit, Sand, Rohhumus) mit mannigfachen Übergangsstufen. Es wurde darauf geachtet, daß es sich um einheitliche Bestände handelte, die keine größeren Lücken aufwiesen und ziemlich gleichmäßig mit Paris bewachsen waren. Die Flächenausdehnung der untersuchten Standorte schwankt etwa zwischen 1 und 20 Hektar.

Das Absuchen erfolgte derart, daß ich jede Pflanze, deren Quirlzahl kontrolliert war, durch Abreißen eines kleinen Blattzipfels kenntlich machte. So konnte ich mich immer versichern, wo ich schon gewesen war, auch wenn ich die Stelle erst nach längerer Zeit wieder aufsuchte. Ferner wurde jeder Standort zu wiederholten Malen und zwar in weit auseinanderliegenden Intervallen begangen. Denn die Sprosse erscheinen nicht alle zu derselben Zeit und das Mengenverhältnis der verschiedenen Quirlzahlen verschiebt sich meinen Untersuchungen nach derart, daß ein allgemeines Ansteigen des Mittelwertes vom Frühjahr bis zum Herbst stattfindet.

In den beiden folgenden Tabellen sind die Ergebnisse meiner Aufsammlungen enthalten; die Zählungen stammen aus den Jahren 1912—1914. Die einzelnen Fundpunkte sind nach der Qualität des Bodens sortiert. Die erste Tabelle gibt die Anzahl der Individuen direkt wieder, die zweite enthält dieselben Werte in Prozente umgerechnet; hier ist außerdem die Anzahl von Plus- und Minusvarianten aufgeführt, ferner der Mittelwert jedes einzelnen Standortes und der entsprechende mittlere Fehler. Wenn man die vorletzte Spalte mit den Mittelwerten überblickt, so erkennt man sofort, daß die Zahlen von oben nach unten mehr und mehr abnehmen, und da die Fruchtbarkeit der Böden in derselben Reihenfolge fällt, so ist damit sofort der Zusammenhang zwischen Bodenbeschaffenheit und Gliederzahl erwiesen. Selbstverständlich müssen hierbei, wie wir unten sehen werden, auch die übrigen Standortsverhältnisse Berücksichtigung finden.

Tabelle 41.

Lokalität	Boden	Bestand	Gliederzahlen 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Zahl d. Indiv.
Schönberg	Mergel	Mischwald	—	—	37	9292	1156	104	8	10597
Weingarten	„	Laubwald	10	—	148	5870	33	—	1	6062
Gagenhard	„	„	10	—	188	1720	144	6	—	2068
Hohfirst	„	Mischwald	21	9	328	3689	169	13	—	4229
Durlacher Wald	Lehm	Laubwald	11	10	894	13262	280	2	—	14459
Daxlanden	„	„	35	15	785	11889	338	11	1	13074
Neudorf I	„	„	57	17	982	13160	457	26	—	14699
„ II	„	Fichtenwald	11	6	71	797	11	—	—	896
Wolfartsweier	toniger Lehm	Mischwald	22	16	1504	11498	193	2	—	13235
Maxau	Sand	Laubwald	34	6	158	787	93	7	—	1085
Bärwald	Gneiß	Tannenwald	42	3	178	1123	67	2	—	1415
Döggingen I	Rohhumus	Fichtenwald	41	13	162	750	18	—	—	984
„ II	„	„	108	33	294	2131	65	1	—	2632
			402	128	5729	75968	3024	174	10	85435

Tabelle 42.

Lokalität	Gliederzahlen 1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Minus-varianten	Plus-varianten	Mittel-wert	Mittlere Fehler
Schönberg	—	—	0,35	87,69	10,91	0,98	0,08	0,35	11,97	4,12	0,0039
Weingarten	0,16	—	2,44	96,83	0,54	—	0,02	2,60	0,56	3,98	0,0028
Gagenhard	0,48	—	9,09	83,17	6,96	0,29	—	9,57	7,25	3,98	0,0102
Hohfirst	0,49	0,21	7,77	87,23	4,01	0,31	—	8,46	4,31	3,95	0,0066
Durlacher Wald	0,08	0,07	6,18	91,72	1,93	0,01	—	6,33	1,94	3,96	0,0025
Daxlanden	0,27	0,11	6,00	90,94	2,59	0,08	0,01	6,38	2,68	3,95	0,0030
Neudorf I	0,39	0,12	6,68	89,53	3,11	0,18	—	7,19	3,29	3,95	0,0031
„ II	1,23	0,67	7,92	88,95	1,23	—	—	9,82	1,23	3,88	0,0160
Wolfartsweier	0,17	0,02	11,36	86,88	1,46	0,02	—	11,65	1,48	3,89	0,0034
Maxau	3,13	0,55	14,56	72,53	8,57	0,65	—	18,24	9,22	3,85	0,0228
Bärwald	2,97	0,21	12,58	79,36	4,73	0,14	—	15,76	4,87	3,83	0,0165
Döggingen I	4,17	1,32	16,46	76,22	1,83	—	—	21,95	1,83	3,70	0,0249
„ II	4,10	1,25	11,17	80,97	2,47	0,04	—	16,52	2,51	3,77	0,0145
	0,47	0,15	6,70	88,92	3,54	0,24	—	7,33	3,75	3,96	0,0013

Zunächst aber noch ein paar Worte über die Sicherheit der Zahlenwerte. Der höchste Mittelwert ist 4,12, der niederste 3,70. Diese Beträge liegen nicht sehr weit auseinander und sind außerdem durch alle möglichen Zwischenstufen verbunden. Nun muß aber, wie schon erwähnt, in Rechnung gezogen werden,

daß bei einer so geringen Klassenzahl eine erhebliche Anzahl von Varianten oder besser ein starker Variantenüberschuß auf der einen Seite vorhanden sein muß, damit sich der Mittelwert von 4,00 entfernt. Nehmen wir der Einfachheit halber an, es gäbe nur Vierer und Dreier, dann müßten, wenn der Mittelwert 3,90 betragen soll, auf 9 Vierer 1 Dreier kommen, und damit ein Mittelwert von 3,70 zustande käme, müßte das Verhältnis sogar etwa 2:1 sein. Nun treten ja noch armblätterige Minusvarianten auf, welche die mittlere Gliederzahl in stärkerem Maße beeinflussen, dazu gesellen sich aber die Plusvarianten, die nach der entgegengesetzten Richtung wirken, und wenn man noch den starken Exzeß über 4 in Betracht zieht, so wird durchaus verständlich, daß sich die Unterschiede in den mittleren Gliederzahlen bloß auf die erste und zweite Dezimale erstrecken. Darin lag freilich eine Nötigung, möglichst viele Individuen zu untersuchen. Daß aber unser Material ausreicht, um einzelne Bodenklassen gegeneinander abzugrenzen, ergibt sich aus einer Betrachtung der mittleren Fehler.

Man kann nach der Beschaffenheit des Untergrunds die Standorte in verschiedene Gruppen bringen. Die ersten vier (Schönberg bis Hohfirst) zeichnen sich durch ihren Kalkreichtum aus. Vorherrschend handelt es sich um Mergel, die auf Kalkschichten ruhen. Die vier nächsten gehören der Rheinebene an (Durlacher Wald—Neudorf II). Es sind Lehmböden mit geringem Kalkgehalt; stellenweise nimmt der Lehm eine sandige bis kiesige Beschaffenheit an. Die letzten Standorte (Maxau—Döggingen) besitzen zwar einen recht verschiedenen Untergrund (Sand, Gneiß und Rohhumus), aber allen ist die große Kalkarmut gemeinsam. Eine vermittelnde Stellung nimmt die Wolfartsweier Fundstätte ein. Wir haben hier einen Lehm vor uns, der mit den Tonen des oberen Buntsandsteins innig durchmischt und daher stark gerötet ist, der aber ebenfalls noch Beimengungen von Kalk enthält. Die Mittelwerte der ersten Gruppe liegen zwischen 4,12 und 3,95, die der zweiten zwischen 3,96 und 3,88, daran schließt sich Wolfartsweier an mit 3,89, und die niedersten Zahlen, 3,85 bis 3,70, treffen wir in der letzten Gruppe.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen sollen jetzt die einzelnen Standorte besonders besprochen werden.

1. Schönberg (Freiburg).

Der Schönbergstandort verfügt von allen untersuchten Stellen über den höchsten Mittelwert. Es ist der einzige Fall, wo die mittlere Gliederzahl 4,0 übersteigt. Dies beruht darauf, daß Einer und Zweier gar nicht und Dreier nur in geringer Anzahl auftreten, während Fünfer, Sechser und Siebener hier die höchsten Prozentsätze aufweisen. Die Fünfer sind hier so zahlreich, daß auf ca. 8 Vierer ein Fünfer kommt. Der Schönberg ist der einzige Fundpunkt, an dem mehrere Siebener beobachtet wurden.

Entsprechend diesen hohen Gliederzahlen treffen wir hier auch die höchsten Maße für Stengellänge, Blattlänge und Blattbreite an. Ich stelle hier zum Vergleiche aus den früheren Tabellen die entsprechenden Werte vom Schönberg und von Döggingen zusammen. Die Dögginger Messungen liegen zwar zeitlich zwei Monate früher, ich habe mich aber davon überzeugt, daß am Schönberg die Zuwachse von Juli bis September äußerst gering sind und unter keinen Umständen hinreichen, die hier vorliegenden Unterschiede zu erklären.

Tabelle 43.

Gliederzahl	Schönberg (1913)				Döggingen (1913)			
	Stengellänge	Blattlänge	Blattbreite	Zahl d. Indiv.	Stengellänge	Blattlänge	Blattbreite	Zahl d. Indiv.
3. (nichtbl.)	9,6 cm	4,9 cm	2,7 cm	51	4,4 cm	2,6 cm	1,2 cm	135
4. "	12,4 "	6,6 "	3,5 "	142	8,0 "	4,4 "	2,0 "	135
5. "	14,8 "	7,2 "	3,6 "	127	11,7 "	6,2 "	2,7 "	13

Besonders auffallend ist der Unterschied zwischen den Dreiern an beiden Standorten. Die Längenmaße sind hier beim Schönberg etwa doppelt so groß und die assimilierende Fläche beträgt ungefähr das Vierfache. Weniger groß sind naturgemäß die Differenzen zwischen dem Schönberg und den andern Standorten, und ob sich eine der Mittelwertskala genau parallel gehende Größenskala aufstellen läßt, könnte erst durch weit ausgedehntere Messungen ermittelt werden.

Das Verhalten der Gliederzahlen und der Mittelwerte berechtigt zu dem Schlusse, daß der Schönberg die Bedingungen

verwirklicht, unter denen die Einbeere am besten gedeiht. Offenbar sind hier alle maßgebenden Faktoren in harmonischer Weise miteinander vereint. Der Standort liegt am Nordhang des Schönbergs, ganz an der Basis nicht weit von der Ortschaft St. Georgen. Das Gelände hat den Charakter einer schattigen Talmulde, und wenn auch kein Bachlauf vorhanden ist, so ist doch ständig eine genügende Feuchtigkeit der Luft als auch des Bodens gesichert. Der Untergrund ist sehr fruchtbar, und der hochstämmige, lockere Mischwald ermöglicht es, daß eine reiche Untervegetation zur Herrschaft gelangt. Im Baumbestand dominiert die Hainbuche, dazwischen sind Tannen, Rotbuchen, Eichen, Linden, Ulmen und Eschen eingestreut. Dazu gesellt sich an Strauchwerk Daphne Mezereum, Ilex Aquifolium, Acer campestre, Rosa canina, Crataegus Oxyacantha, Ligustrum vulgare und Lonicera Periclymenum. Um die Untervegetation zu charakterisieren, gebe ich folgendes Artenverzeichnis:

Aspidium filix mas	Euphorbia amygdalina
Tamus communis	Hypericum perforatum
Melica uniflora	Viola silvatica
Milium effusum	Epilobium montanum
Brachypodium silvaticum	Circaea lutetiana
Carex silvatica	Sanicula europaea
Convallaria majalis	Hedera helix
Polygonatum multiflorum	Primula elatior
Cephalanthera rubra	Pulmonaria officinalis
Moehringia trinervia	Stachys silvatica
Anemone nemoralis	Ajuga reptans
Ficaria ranunculoides	Galeobdolon luteum
Rubus fruticosus	Asperula odorata
„ idaeus	Campanula Trachelium
Fragaria vesca	Phyteuma orbiculare
Geranium Robertianum	Senecio nemorensis
Oxalis acetosella	Prenanthes muralis,

Ich habe hier die Flora so ausführlich behandelt, um ein genaues Bild zu geben von der Genossenschaft, in welcher die Einbeere am Schönberg zu so üppiger Entwicklung gelangt. Nun ist ja die Genossenschaft der feinste Indikator für die gesamte Beschaffenheit eines Standorts, für das Zusammenklingen

aller verschiedenen Außeneinflüsse, und sie sagt dem pflanzengeographisch Geschulten fast ebensoviel wie eine umständliche Analyse aller in Betracht kommenden chemischen und physikalischen Faktoren. Ein Vergleich mit der Dögginger Flora wird uns zeigen, welch bedeutende Unterschiede in den Begleitpflanzen auftreten können. Für uns ist hier von besonderer Bedeutung die Anwesenheit einiger typischer Kalkpflanzen wie Cephalanthera rubra, Euphorbia amygdalina und Pulmonaria officinalis.

2. Weingarten (Karlsruhe), 3. Gagenhard (Kaiserstuhl), 4. Hohfirst (Freiburg).

In den Untergrundsverhältnissen stimmen die drei Standorte im wesentlichen mit dem Schönberg überein. Trotzdem sind die Mittelwerte beträchtlich niederer und schließen sich an die folgende Gruppe an. Ich bringe dies damit in Zusammenhang, daß diese Standorte im Gegensatz zum Schönberg viel dichtgedrängtes Unterholz besitzen, also wesentlich ungünstigere Beleuchtungsverhältnisse darbieten. Einen Beweis hierfür erblicke ich darin, daß die Einer und Zweier die hier neu hinzutreten, und auch die Mehrzahl der Dreier, fast stets unter Gestrüpp stehen, während an offenen Stellen Vierer und Fünfer vorherrschen. Der Standort im Kaiserstuhl (Gagenhard) ist an einer Stelle gelichtet; hier fehlen die niederen Gliederzahlen vollständig, die Gesellschaft besteht bloß aus Vierern nnd Fünfern, so daß der Mittelwert über 4,0 liegt und demjenigen des Schönberg einigermaßen gleichkommt. Auch in floristischer Hinsicht gliedern sich die drei Lokalitäten dem Schönberg an, nur ist der Formenreichtum nicht so groß und im ganzen spielt die Bodenvegetation nicht dieselbe Rolle wie dort.

Auf eine Erscheinung möchte ich hier noch hinweisen. Der Standort bei Weingarten besitzt denselben Mittelwert wie der vom Kaiserstuhl. Aber ein Vergleich der Einzelwerte zeigt, daß hier durchgreifende Verschiedenheiten obwalten. Der Kaiserstuhl zeigt starke Ausschläge nach beiden Seiten, aber sie halten sich ziemlich das Gleichgewicht, und deshalb liegt der Mittelwert nahezu auf 4,0. Bei Weingarten sind aber Varianten in der Plus- und Minusrichtung äußerst spärlich, die Minusrichtung ist etwas bevorzugt, aber die Vierer überwiegen der

Masse nach derart, daß dies im Mittelwert kaum zum Ausdruck kommt. Die Variabilität ist hier äußerst gering, die Gesamtzahl aller abweichenden Formen übersteigt nur um ein Weniges 3 %, das ist etwa $^1/_5$ der Variantenzahl vom Kaiserstuhl. Daraus ist zu ersehen, daß mittlere Gliederzahl und Variabilität sich nicht eindeutig zugeordnet sind. Mittelwerte, die weit von 4,0 entfernt sind, setzen naturgemäß starke Variabilität voraus; solche dagegen, die sich mehr um 4,0 gruppieren, sind sowohl mit hoher als auch geringer Variantenzahl vereinbar. Wovon der Grad der Variabilität im einzelnen abhängig ist, habe ich noch nicht genauer verfolgt; aber sicherlich hat es einen Einfluß, ob der Standort auf ganze Erstreckung gleichartig beschaffen ist, oder ob er da und dort sein Gepräge ändert.

5. Durlacher Wald (Karlsruhe), 6. Daxlanden (Karlsruhe), 7. Neudorf (Straßburg).

Die drei Standorte der Rheinebene stellen eine sehr einheitliche Gruppe dar. Lassen wir zunächst Neudorf II außer acht, so ist die Übereinstimmung nicht nur des Mittelwertes, sondern auch die der einzelnen Klassenwerte sehr groß. Graphisch dargestellt würden sich die Kurven fast vollständig decken, minimale Abweichungen sind dadurch bedingt, daß die Variabilität in der Reihenfolge der Standorte um einen kleinen Betrag wächst, da dieses aber sowohl in der Plus- als auch in der Minusrichtung der Fall ist, so wird der Mittelwert hierdurch nicht berührt.

Diese hohe Übereinstimmung ist durch die Gleichartigkeit der Standortsverhältnisse bedingt. Die Neudorfer und die Daxlander Fundstelle gehören dem jetzigen Rheinwaldgebiet an, der Durlacher Wald liegt zwar 5 km vom Rhein entfernt, aber immer noch im Bereich des ehemaligen Flußnetzes; die Bewässerungsverhältnisse sind dieselben. Gemeinsam ist ferner der Untergrund, ein in beschränktem Maße kalkführender Lehm, dessen Qualität allerdings stellenweise dadurch herabgedrückt wird, daß er einen kiesigen oder sandigen Charakter annimmt, wie schon oben erwähnt wurde. Die Belichtungsverhältnisse sind weniger günstig als beim Schönberg, da der Baumwuchs meist dichter und niedriger ist und die freien Zwischenräume

oft von Gestrüpp ausgefüllt sind; dafür ist aber die Feuchtigkeit, größer. Nadelholz fehlt fast vollständig, um so reicher ist aber die Mannigfaltigkeit der Laubhölzer: wir treffen neben den Formen des Schönbergs Populusarten, Alnus und Corylus, dazu Strauchwerk von Ligustrum, Evonymus, Cornus, Rhamnus und Salices. In der Untervegetation fehlen einige charakteristische Komponenten des Schönbergs wie Daphne Mezereum, Cephalanthera rubra, Euphorbia amygdalina, Pulmonaria officinalis und Senecio nemorensis, an ihre Stelle treten verschiedene, eine starke Bodenfeuchtigkeit anzeigende Arten, und als Charakterpflanze dieser Lokalitäten kann Allium ursinum bezeichnet werden. Bei Neudorf besitzt der Pflanzenteppich im wesentlichen folgende Zusammensetzung:

Melica nutans	Humulus Lupulus
Arum maculatum	Viola silvatica
Allium ursinum	Sanicula europaea
Convallaria majalis	Hedera helix
Polygonatum multiflorum	Primula elatior
Listera ovata	Symphytum officinale
Melandrium rubrum	Lathraea Squamaria
Ficaria ranunculoides	Glechoma hederacea
Anemone nemorensis	Eupatorium cannabinum

Nahezu identisch hiermit ist die Flora von Daxlanden und die des Durlacher Waldes.

Die Mittelwerte aller drei Standorte gründen sich, wie aus der Tabelle hervorgeht, auf ein recht großes Pflanzenmaterial. Nun handelt es sich hier durchweg um ziemlich ausgedehnte Bezirke, und wenn man die mittleren Gliederzahlen einzelner, kleinerer Areale miteinander vergleicht, so ergeben sich Schwankungen, die durch spezielle lokale Verhältnisse bedingt sind; es ist ja von vornherein verständlich, daß sowohl die Bodenbeschaffenheit als auch die Belichtung und Feuchtigkeit von Stelle zu Stelle einem kleinen Wandel unterliegen. Man kann sich daher das gesamte Gebiet in ein Mosaik von Einzelbezirken zerlegt denken, die alle ihre besonderen Lebensbedingungen und ihren besonderen Mittelwert besitzen, und der Hauptmittelwert ist nur ein Produkt aus diesen Einzelwerten. Vergleichende Untersuchungen solcher Teilbezirke haben nun ergeben, daß

auch hier die größte Gesetzmäßigkeit besteht, und ich greife nur einige Beispiele, die dem Neudorfer Standort entstammen, heraus:

Stelle I. Dichtes niederes Gestrüpp, sehr viel Schatten, Boden fast vollständig übersät mit Allium ursinum.

Der Parisbestand zeigt folgende Zusammensetzung:

Gliederzahl	1.	2.	3.	4.	5.	6.	Summe
Zahl der Individuen	5	1	31	208	3	1	249
Dasselbe in %	2,01	0,40	12,45	83,53	1,20	0,40	
	14,86 Minusvarianten				1,60 Plusvarianten		

Die mittlere Gliederzahl beträgt 3,83.

Stelle II. Schattig; Gesträuch höher und lockerer. Allium nicht so häufig; daneben Hedera.

Gliederzahl	1.	2.	3.	4.	5.	6.	Summe
Zahl der Individuen	2	1	33	284	6	0	326
Dasselbe in %	0,61	0,31	10,12	87,12	1,84	0	
	11,04				1,84		

Die mittlere Gliederzahl beträgt 3,89.

Stelle III. Wald durch Ausholzung gelichtet; Boden verhältnismäßig trocken, ziemlich viel Rasen vorhanden (Melica, Carex glauca); dazwischen Rubus idaeus, Convallaria maialis, Polygonatum multiflorum.

Gliederzahl	1.	2.	3.	4.	5.	6.	Summe
Zahl der Individuen	1	1	40	605	20	1	668
Dasselbe in %	0,15	0,15	5,99	90,57	2,99	0,15	
	6,29				3,14		

Die mittlere Gliederzahl beträgt 3,97.

Stelle IV. Sehr lockerer Bestand von Gesträuch, dazwischen größere, freie Rasenflächen; fast ausschließlich Graswuchs.

Gliederzahl	1.	2.	3.	4.	5.	6.	Summe
Zahl der Individuen	3	0	67	1343	42	4	1459
Dasselbe in %	0,21	0	4,59	92,05	2,88	0,27	
	4,80				3,15		

Die mittlere Gliederzahl beträgt 3,98.

Der Mittelwert wäre in dem letzten Falle beträchtlich höher ausgefallen, wenn bei den angeführten Zahlenwerten die stark

abweichende, schattenreiche Randzone nicht mit inbegriffen wäre, leider aber sind mir die Aufzeichnungen über die Einzelwerte der Mittelpartie verloren gegangen; hier fehlten die Einer vollständig, Dreier waren nur im beschränkten Maße vorhanden, und somit hätte der Mittelwert 4,0 wahrscheinlich nicht unbeträchtlich überschritten.

Aus den angeführten Daten folgt, daß die Lichtverhältnisse einen entscheidenden Einfluß auf die Gliederzahlen ausüben. Wie schon beim Kaiserstuhl, so finden wir auch hier, daß mit der Helligkeit die Mittelwerte erheblich ansteigen. Wahrscheinlich spielt dieser Einfluß des Lichts auch der starken Depression der mittleren Gliederzahl des Standorts Neudorf II mit.

Diese Stelle, die von der soeben behandelten etwa 1 km abliegt, besitzt denselben Lehmboden und auch die Feuchtigkeitsverhältnisse sind entsprechend. Aber wir haben es hier mit einem künstlichen, reinen Fichtenbestand zu tun, der freilich sehr hochstämmig ist und demnach schon über ein hohes Alter verfügt. Wahrscheinlich ist die Einbeere nicht selbständig in diesen Wald eingedrungen, sondern aus früherer Zeit, als noch normaler Rheinwald vorhanden war, erhalten geblieben.

Wie die gesamte Untervegetation, so gelangt auch die Einbeere hier nur zu kümmerlicher Entfaltung. Die Flora ist verarmt im Vergleich zur Nachbarstätte, und an freieren Stellen gedeihen vorherrschend Moose. Ich beobachtete vor allem Catharinea, Hylocomium und Hypnumarten. Paris steht meist in einzelnen Exemplaren, nicht, wie dies sonst so häufig ist, in dichten Rudeln. Man kann dies dahin deuten, daß Rhizomverzweigungen in der Mehrzahl der Fälle unterbleiben. Als Gliederzahlen wurden bloß 1 bis 5 beobachtet, die Einer sind so zahlreich wie die Fünfer, was bisher erst an Stelle I des Standorts Neudorf I der Fall war. Infolgedessen erhalten wir den niederen Mittelwert von 3,88. Dieser Betrag wäre zweifellos noch niedriger ausgefallen, wenn ich die Bestandsaufnahme nicht erst Ende Juli, das ist zwei Monate später als die vorige, begonnen hätte. Denn da die Individuen mit niederen Blattzahlen schon wesentlich früher verschwinden als die hochzähligen, so wandert der Mittelwert im Laufe der Vegetationsperiode langsam nach rechts. Man kann für den niederen Mittelwert

des Standorts zweierlei verantwortlich machen: erstens, wie schon angedeutet, die geringe Belichtung, die ja ein allgemeines Merkmal des Nadelwaldes ist, und zweitens, chemische Einflüsse. Es ist schon von verschiedenen Forschern betont worden, daß der Nadelwaldhumus eine schädigende Wirkung auf das Gedeihen der Untervegetation ausübt. Wir werden auf diese Frage unten näher eingehen.

8. Wolfartsweier.

Der Wolfartsweier Standort zeigt eine weitgehende Übereinstimmung mit dem ca. 7 km nordnordöstlich gelegenen bei Weingarten. Beide liegen am Westrande des Kraichgauer Hügellandes, beide beherrschen den Ausgang von kleinen Talbildungen und grenzen unmittelbar an die Rheinebene, beide endlich besitzen dieselbe Höhenlage und dieselbe Exposition. Aber es besteht ein wesentlicher Unterschied in geologischer Hinsicht. Wolfartsweier gehört dem Buntsandsteingebiet an, Weingarten liegt in der Domäne des Muschelkalks. Das gelangt auch in der Beschaffenheit der obersten Bodenschicht, die für den Pflanzenwuchs maßgebend ist, zum Ausdruck. Der Lehm bei Weingarten enthält einen starken Zusatz von Kalk und ist demnach als richtiger Mergel zu bezeichnen. Der Lehm bei Wolfartsweier dagegen birgt starke Beimengungen von Röttonen und besitzt nur wenig Kalk. Auf den Charakter der Baumvegetation hat dies in unserem speziellen Fall keinen nennenswerten Einfluß — die Bestände sind annähernd dieselben — dagegen müssen wir das abweichende Verhalten der Einbeere auf diese Unterschiede zurückführen. Die Häufigkeit der Minusvarianten und das seltene Auftreten überzähliger Individuen steht offenbar mit dem geringen Kalkgehalt in Zusammenhang.

9. Maxau.

Ähnlich wie Wolfartsweier zu Weingarten verhält sich Maxau zu den drei andern Rheinwaldstandorten. Bei derselben Topographie und demselben Waldcharakter ist der Untergrund verschieden. Ich hatte es mir zum Ziel gesteckt, eine Stelle zu finden, wo Paris nahezu auf reinem Sand wächst, und dies ist mir beim Maxauer Fundpunkt, der unmittelbar an einem alten Rheinarm liegt, geglückt. Der Standort ist nicht gleich-

artig. Er fällt etwas nach der Rheinseite ab, die obere Zone besitzt einen der Daxlander Stätte gleichgearteten, lehmigen Untergrund, die tiefergelegene dagegen ist charakterisiert durch einen feinen Sand, der durch starke Beimengungen von Humussubstanzen einen dunkeln, kaffeebraunen Ton angenommen hat. Man kann nun sehr schön beobachten, wie die Plusvarianten fast alle im Lehm, die Minusvarianten in Sand wurzeln. Trotz dieser Beimengung von Besiedlern des Lehmbodens liefert uns die Gesamtkurve das Bild einer sehr stark unterzähligen Gesellschaft, und dieser Eindruck würde noch viel schärfer herausgearbeitet, wenn man die Gesamtkurve in zwei Teilkurven zerlegen würde. Wir bekämen dann eine »Sandkurve« und eine »Lehmkurve«; die Lehmkurve würde sich an die oben behandelten Rheinwaldstandorte anschließen, die Sandkurve erhielte einen noch viel tiefer gelegenen Mittelwert, der etwa dem von Döggingen gleichkäme.

10. Bärwald.

Der Bärwald (880 m) und der Dögginger Wald (740 m) sind die beiden höchstgelegenen Orte die eingehend untersucht wurden, denn die entsprechenden Zahlen für die bisherigen Lokalitäten bewegen sich zwischen 110 und 340 m. Ich habe nun den Einfluß der Meereshöhe noch nicht genau erforscht, aber immerhin haben mir Beobachtungen in andern Gebieten (Allgäu, Luzerner Alpen) deutlich gezeigt, daß in viel beträchtlicheren Höhenlagen Bestände mit höheren Mittelwerten existieren können, falls nur die Bodenverhältnisse günstiger sind. Es kann daher der Rückgang der Gliederzahlen, der bei den beiden folgenden Standorten zu verzeichnen ist, nicht durch die Meereshöhe erklärt werden. Vielmehr müssen wir andere Faktoren zu Rate ziehen.

Der Bärwald liegt zwischen Hinterzarten und Titisee mitten in dem großen Gneißgebiete des südlichen Schwarzwaldes. Wir haben also einen Kieselboden vor uns. Der Bestand ist ein Tannenwald (Abies pectinata), der nur in der Randzone einige Exemplare von Corylus und Sorbus aucuparia beherbergt. Die Untervegetation ist nur dürftig; ich zeichnete mir folgende Arten auf:

Aspidium filix mas	Viola silvatica
Majanthemum bifolium	Epilobium montanum
Polygonatum verticillatum	Aegopodium Podagraria
Aconitum lycoctonum	Primula elativor
Möhringia trinervia	Vaccinium Myrtillus
Fragaria vesca	Melampyrum silvaticum
Oxalis acetosella	Prenanthes muralis
Impatiens noli tangere	Senecio nemorensis

Mehr noch das Fehlen vieler der uns früher begegneten Arten als das Auftreten einiger neuen Formen (Vaccinium, Aconitum, Melampyrum) beleuchtet die Eigenart dieses Standorts auf kristallinischem Untergrund. Und wenn wir hier einen auffallend niederen Mittelwert — den zweitniedersten, der überhaupt gefunden wurde — antreffen, so ist dies wohl die kombinierte Wirkung der Boden- und Lichtverhältnisse.

12. Döggingen (Baar).

Der Dögginger Standort ist derjenige, welcher unser Interesse im höchsten Maße in Anspruch nimmt. Es handelt sich um den allen badischen Floristen wohlbekannten Fichtenwald zwischen Döggingen und Hüfingen in der Baar, der durch seinen Orchideenreichtum berühmt geworden ist. Der Bestand ist niedriger und dichter als der Fichtenwald bei Straßburg; da und dort sind aber kleinere Lichtungen vorhanden, und hier setzt dann die Strauchvegetation ein; ich beobachtete Daphne Mezereum, Ribes alpinum, Sorbus aucuparia, Viburnum Lantana, Lonicera alpigena und Ligustrum vulgare. Die Untervegetation sei durch folgendes Artenverzeichnis charakterisiert:

Dicranum scoparium	Epipactis rubiginosa
Hylocomium squarosum	Cephalanthera rubra
„ splendens	Corallorhiza innata
Medica nutans	Cypripedium Calceolus
Milium effusum	Thesium pratense
Brachypodium silvaticum	Rubus saxatilis
Carex glauca	Fragaria vesca
Lilium Martagon	Pimpinella magna
Convallaria majalis	Pirola secunda
Polygonatum verticillatum	„ minor
Majanthemum bifolium	Monotropa Hypopithys

Gymnadenia conopea	Gentiana lutea
Plathanthera bifolia	Melampyrum silvaticum
Listera ovata	Campanula persicifolia
Neottia nidus avis	„ conglomerata
Cephalanthera pallens	Prenanthes muralis
Epipogon Gmelini	Hieracium murorum

Zu dieser Gesellschaft ist Verschiedenes zu bemerken. Zunächst fällt der Einschlag an alpinen Komponenten auf (Rubus saxatilis, Lonicera alpigena, Gentiana lutea). Man könnte daraus auf besonders ungünstige Verhältnisse hinsichtlich des Klimas schließen und sich versucht fühlen, die niederen Gliederzahlen der Einbeere damit in Zusammenhang zu bringen. Tatsächlich ist auch in der Baar der Winter recht lang und die Vegetationsperiode entsprechend abgekürzt. Aber die Ursachen für das Auftreten dieser fremdartigen Elemente liegen in der Vergangenheit. Wir befinden uns an der Randzone der diluvialen Vereisung und haben es sicher mit Relikten zu tun. Daß gegenwärtig die klimatischen Verhältnisse nicht so schlecht sind, beweist die seltsame Vereinigung pontischer, südlicher und alpiner Florenbestandteile, wie sie gerade für die Baar bezeichnend ist. Anhaltspunkte dafür finden wir auch in unserem Artenverzeichnis; ich erwähne nur Formen wie Cephalonthera rubra, Epipactis rubiginosa, Lilium Martagon und Thesium pratense; dazu kommen Gentiana cruciata und Genista tinctoria, die wenige Schritte entfernt in demselben Walde stehen.

Die zweite bewundernswerte Tatsache ist die starke Beimengung ausgesprochener Kalkpflanzen. Nun ging aus den bisherigen Feststellungen deutlich hervor, daß der Kalkgehalt des Bodens die hohen Quirlzahlen begünstigt, während wir hier bei Döggingen den niedersten Mittelwert antreffen. Dieser Widerspruch findet seine Lösung darin, daß die überwiegende Mehrzahl aller Parisrhizome überhaupt nicht den Kalkuntergrund erreicht, sondern in der obersten gleich näher zu besprechenden kalkfreien Bodenschicht wurzelt.

Schließlich fällt — und dies verdient ganz besondere Beachtung — der große Reichtum an Saprophyten, Parasiten und obligaten Mykorrhizapflanzen auf. Dies berechtigt uns zu dem Schluß, daß die Ernährungsverhältnisse in irgendwelcher Weise

erschwert sein müssen. Der Grund hierfür ist leicht zu ermitteln. Die Fichtennadeln bilden auf dem Boden eine oft mehr als faustdicke Schicht Rohhumus, der fast ausschließlich aus unzersetzten Nadeln besteht. Daß eine derartige Bodenbedeckung eine schädigende Wirkung auf Pflanzen ausübt, ist eine längst bekannte Tatsache. Der Rohhumus ist arm an Nährsalzen. Verschiedene Stoffe sind außerdem in einer Form gebunden, in der sie für höhere Pflanzen nicht ohne weiteres nutzbar gemacht werden können. „Eine fernere ungünstige Wirkung liegt in der Vernichtung oder doch in der sehr bedeutenden Verminderung des Tierlebens. Die saure Reaktion der Böden bewirkt Zurücktreten der Bakterien und damit Abnahme der Verwesung" (Ramann lit. 58). Dazu gesellt sich als weiteres der Sauerstoffmangel. Nach Kautz (lit. 34) geht der Fichtenhumus wenig haushälterisch mit der Wärme um und ist deshalb als kalt zu bezeichnen. Schließlich stellte A. Koch (lit. 37) auf Grund von Versuchen die Behauptung auf, daß die Stoffwechselprodukte der Coniferen eine Giftwirkung auf die Wurzeln von höheren Pflanzen, auf Hefen und Bakterien ausüben. Wenn seine Schlußfolgerungen auch nicht unbestritten geblieben sind (lit. 11), so interessiert uns doch das Ergebnis seiner Kulturen, durch die er feststellte, daß Buchweizen auf Fichtenhumus nur halb soviel Zuwachs an Trockengewicht erfährt wie auf Buchenwaldhumus. Damit stimmt auch das Verhalten der Einbeere bei Döggingen vollkommen überein. Ich habe die entsprechenden Daten schon in Tabelle 43 gegeben. Wenn wir bedenken, daß die nichtblühenden Einer, Dreier und Vierer mit ihren geringen Längenmaßen die Hauptmenge der gesamten Gesellschaft bilden, dann können wir geradezu von einer Zwergflora bei Döggingen reden. Daß es sich hier nicht etwa um ganz junge Individuen handelt, läßt sich durch eine Untersuchung der Rhizome sofort ermitteln. Ich fand Einer, die nach ihrer Internodienzahl ein recht beträchtliches Alter besaßen. Es ist dies eben nur ein besonderer Fall der von Goebel häufig konstatierten Erscheinung, daß die Ungunst der Verhältnisse das Auftreten von Jugendformen begünstigt (lit. 21). Nur ist hier das Stadium der Jugendform gar nicht verlassen worden.

Die Tabellen 41 und 42 enthalten die Ergebnisse von zwei

Jahren (1913 und 1914). Als Mittelwert ergab sich 3,70 und 3,77. Der Unterschied erklärt sich jedenfalls durch Jahresschwankungen, vielleicht spielt dabei auch mit, daß ich 1913 eine große Menge niederzählige Rhizome zu Versuchszwecken ausgrub. Aber auch der höhere Wert liegt weit unter allen bisherigen. Die genannten Tabellen lassen aber den Anteil der blühenden und blütenlosen Sprosse nicht erkennen. Eine solche Trennung ist in Tabelle 17 und 18 vollzogen. Dabei zeigt sich, daß im Jahre 1913 bloß etwas über 3% aller Sprosse zur Blüte gelangten, der Wert liegt etwas höher im nächsten Jahr, nämlich bei 8%, dies ist aber immer noch bloß $^1/_3$ der entsprechenden Zahl beim Schönberg (23%). Wir können daraus schließen, daß dieselben Faktoren, die eine Verkleinerung der Dimensionen und eine Herabsetzung der Gliederzahlen bedingen, gleichzeitig den Prozentsatz der Blühsprosse erheblich vermindern[1]. So sinkt, um noch ein Beispiel zu erwähnen, bei dem außerhalb unseres Gebiets gelegenen, in Abschnitt I erwähnten Standorte von Raschwitz, der einen Mittelwert von 3,62 ergab und ebenfalls durch Zwergwuchs charakterisiert ist, der Anteil der Blühsprosse auf 1% herunter. Indes gilt die Regel nicht durchgreifend für alle Fundpunkte. Ich habe diese Abhängigkeit, da sie außerhalb des Rahmens meiner Untersuchung liegt, noch nicht näher verfolgt und vermag daher kein abschließendes Urteil zu geben.

Wie bei den übrigen Standorten, so bestehen hinsichtlich der Verteilung der verschiedenzähligen Parissprosse auch im Dögginger Wald bestimmte Gesetzmäßigkeiten. Die Zwergformen mit niederen Gliederzahlen stehen an den Stellen, wo der Rohhumus zu besonders kräftiger Ausbildung gelangt. Die Pflanzen stecken meistens so tief in den üppigen Moospolstern darin, daß es nur der Blattspreite gelingt, an die Oberfläche emporzusteigen. Die Rhizome dieser Individuen verlaufen, wovon ich mich durch zahlreiche Nachgrabungen überzeugte,

[1]) Dies ist ja auch aus der Tatsache, daß nur kräftige Individuen blühen, verständlich. Bei einer Parisgesellschaft, die unter ungünstigen Bedingungen gedeiht, wird man daher nur wenig Blühsprosse erwarten dürfen. Doch wäre es denkbar, daß noch andere Faktoren die Blütenbildung direkt beeinflussen. An das Licht, dessen Bedeutung für manche andere Pflanzen sichergestellt ist, ist hier nicht zu denken, da die Frage, ob ein Parissproß eine normale, voll entwickelte Blüte produziert, meist schon unter der Erde entschieden wird.

vollständig im Rohhumus. Dort, wo es der Pflanze gelingt, durch Tiefenwachstum die Humusschicht zu durchstoßen und in den Kalkuntergrund zu gelangen, nimmt sie in kurzer Zeit eine andere Beschaffenheit an. Sie beginnt kräftiger zu wachsen, alle ihre Teile, sowohl über als auch unter der Erde, werden größer, Blüten treten auf und die Gliederzahlen nehmen zu. Diese günstige Phase vermag die Einbeere besonders in Lichtungen zu erreichen, da hier ein viel rascherer Zerfall der organischen Reste eintritt und die Rohhumusschicht nur eine geringe Mächtigkeit erlangt. Hier stellt sich dann gleichzeitig eine ganz andere Begleitflora ein, die Moose fehlen und die Gräser, untermischt mit einer Fülle grüner Orchideen, beginnen ihre Herrschaft. Daß es aber nicht allein das Licht ist, welches eine Zunahme der Gliederzahlen bedingt, geht aus der Tatsache hervor, daß ein ähnlicher Wandel der Parisvegetation auch an schattenreichen Waldpartien eintritt, wenn infolge irgendwelcher lokaler Umstände eine Anreicherung von Rohhumus ausbleibt. Ich habe solche Stellen mehrfach im Dögginger Walde angetroffen.

Wir können die Ergebnisse dieses Abschnitts dahin zusammenfassen, daß die mittleren Gliederzahlen in hohem Maße von der chemischen Beschaffenheit des Untergrunds abhängig sind. Insbesondere ist der Kalkgehalt von ausschlaggebender Bedeutung. Kalkreiche Böden liefern die höchsten Gliederzahlen. Tonige Böden und kiesige Böden zeigen dagegen niedere Mittelwerte. Die stärkste Verschiebung nach der Minusrichtung findet aber auf Rohhumus statt.

Außerdem haben unsere Untersuchungen gezeigt, daß auch eine enge Beziehung zwischen den Lichtverhältnissen und den Gliederzahlen besteht. Tiefer Schatten hält die Pflanzen in ihrer Entwicklung zurück und veranlaßt sie zur Bildung minderzähliger Sprosse. Je besser die Beleuchtung ist, desto weiter rücken die Mittelwerte nach oben. Natürlich werden wir, da Paris eine Waldpflanze ist, eine Grenze erwarten dürfen, oberhalb derer eine Schädigung und damit eine Depression der Gliederzahlen eintritt, aber diese Grenze wurde an unseren Standorten nie erreicht. Mit den Lichtverhältnissen hängt es auch zusammen, daß bei sonst gleichen Bedingungen Laubwald höhere Gliederzahlen aufweist als Nadelwald.

Die Wirkung der Feuchtigkeit wurde nicht genauer verfolgt. Immerhin konnte ich bei meinen statistischen Aufnahmen feststellen, daß auch hier eine bestimmte Proportionalität besteht. Die Mittelwerte nehmen im allgemeinen mit der Bodenfeuchtigkeit zu. Extreme Trockenheit verursacht das Auftreten von Kümmerformen mit niederer Quirlzahl. Für die Jahresschwankungen der Mittelwerte ist wohl in erster Linie die Menge der Niederschläge verantwortlich zu machen.

Über den Einfluß der Wärme läßt sich noch nichts aussagen, da ich noch keine Gelegenheit hatte, Standorte in extremen Temperaturlagen eingehender zu untersuchen.

All die bisherigen Ergebnisse könnten eine erwünschte Ergänzung und Bereicherung erfahren durch experimentelle Untersuchungen. Ich habe zu dem Zweck auch eine Menge von Parisrhizomen im Botanischen Garten von Freiburg unter den verschiedensten Bedingungen kultiviert, aber es bedarf naturgemäß einiger Jahre, ehe sich sichere Resultate erzielen lassen. Ein Übelstand hat sich freilich schon herausgestellt. Die Einbeere ist ein ziemlich empfindliches Objekt, und ihre Züchtung stößt unter den doch nicht ganz normalen Bedingungen, wie sie der botanische Garten bietet, auf Schwierigkeiten. Infolgedessen empfiehlt es sich, derartige Experimente, wenngleich es etwas umständlich ist, an den Originalstandorten selbst vorzunehmen. Ich habe daher zunächst einmal Individuen von Schönberg nach Döggingen und solche von Döggingen nach dem Schönberg verpflanzt, um zu sehen, ob und wie rasch eine Verschiebung des Typus stattfindet. Aber auch hier sind die Ergebnisse noch nicht spruchreif und ich muß daher auf eine spätere Mitteilung verweisen.

VIII. Abschnitt.

Gliederzahl und Verpilzung.

Wir haben im vorhergehenden eine ganze Reihe von Faktoren, inneren und äußeren, kennen gelernt, die ihren Einfluß auf die Gliederzahl der Einbeere ausüben. Es bleibt uns schließlich noch die Frage zu beantworten, ob sich irgendeine Be-

ziehung ermitteln läßt zwischen der Gliederzahl und dem Grade der Wurzelverpilzung. Die Einbeere ist ja eine ausgesprochene Mykorrhizapflanze, und es wäre möglich, auf diese Weise neue Anhaltspunkte für die Bedeutung der Mykorrhiza zu bekommen. Meine Untersuchungen in dieser Richtung sind noch nicht ganz abgeschlossen, aber wegen des allgemeinen Interesses, das die Fragestellung beansprucht, möchte ich doch darauf eingehen. Der Streit der Meinungen ist ja bisher keineswegs vollständig geklärt. Immer noch gibt es Skeptiker, die meinen, man dürfte bloß von einem erträglichen Parasitismus reden, und sie mögen für einen Teil der Fälle recht haben. Ist es doch vom phylogenetischen Standpunkt aus durchaus verständlich, daß es Übergangsstufen zwischen Parasitismus und Symbiose gibt. Nun liegt aber eine Gruppe von Mykorrhizapflanzen vor, für welche die Verhältnisse in den wesentlichen Punkten wenigstens klargestellt sind; ich meine die Orchideen. Bernard (lit. 2) stellte fest, daß mit dem Eintritt des Wurzelpilzes in die Wirtspflanze ganz neue Bedingungen für die Pflanze geschaffen werden: das Wachstum wird erheblich beschleunigt und gleichzeitig findet eine Umgestaltung des morphologischen Aufbaues statt. Ja, Bernard konnte sogar den Nachweis erbringen, daß durch künstliche Vereinigung von Pilzen und Orchideen, die in der freien Natur nicht zusammen angetroffen werden, in dem Rhizom Neubildungen zutage treten, die im normalen Entwicklungsgang der Pflanze nicht entstehen, die aber jenen der extrem angepaßten Orchideen analog sind.

Die Orchideen stellen aber nur einen besonders eklatanten Fall dar. Meistens sind die Unterschiede zwischen befallenen und nicht befallenen Pflanzen bloß quantitativer Art. An die bekannten Feststellungen von Frank (lit. 16.), welcher Rotbuchen und Kiefern mit und ohne Mykorrhiza kultivierte, schlossen sich Versuche mit verschiedenen andern Objekten an, welche zeigten, daß Mykorrhizapflanzen in sterilisiertem Boden schlechter gedeihen, als in nicht sterilisiertem. Alle diese Experimente, welche übrigens an dem Übelstande leiden, daß durch Sterilisation der Nährboden auch sonstige Veränderungen erleidet, könnten durch eingehende Untersuchung des Verhaltens der Mykorrhizapflanzen an ihren natürlichen Standorten nach mancher

Richtung ergänzt werden. Dies ist um so eher notwendig, als sich — worauf in jüngster Zeit Fuchs hingewiesen hat (lit. 17) — der experimentellen Analyse zum Teil unüberwindliche Hindernisse in den Weg stellen. Dies gilt natürlich vor allem für die endotrophen Mykorrhizen.

Es würde sich also darum handeln, klarzustellen, ob fakultative Mykorrhizapflanzen oder solche, bei denen wenigstens die Verpilzung in deutlich verschiedenen Stärkegraden auftritt, einen deutlichen Unterschied in den Kräftigkeitsverhältnissen aufweisen. Da und dort finden sich Angaben in der Literatur, die auf ein derartiges Verhalten hinweisen, aber systematisch mit großem Untersuchungsmaterial scheint diese Frage noch nicht aufgegriffen worden zu sein, und es fehlt auch nicht an entgegengesetzten Stimmen. So sagt Gallaud (lit. 18): »La comparaison des plantes infestées d'une même espèce avec celles qui ne le sont pas et qui souvent se rencontrent en des points très voisins montre qu'il n'existe dans le port et le développement des individus comparés aucune différence altribuable à l'endophyte«.

Die Einbeere ist nun ganz besonders geeignet, über diese Verhältnisse Aufschluß zu geben. Wir besitzen in den einzelnen Klassen mit verschiedenen Gliederzahlen deutlich abgesetzte Etappen der Erstarkung, und die Mittelwerte der Gliederzahlen geben uns eine feste Handhabe, die Gesellschaften der verschiedenen Standorte miteinander zu vergleichen. Außerdem existieren starke Differenzen in bezug auf den Grad der Verpilzung. Ich muß in dieser Hinsicht Gallaud widersprechen. Gallaud sagt nämlich, er hätte ältere Wurzeln der Einbeere stets in ihrer ganzen Längserstreckung bis zum Vegetationspunkt verpilzt gefunden. Das trifft, wenigstens annähernd, in ganz extremen Fällen zu; Gallaud muß Material von besonders stark verpilzten Standorten vor Augen gehabt haben.

Die Mykorrhiza der Einbeere ist zum erstenmal eingehend von Schlicht studiert worden (lit. 61). Er stellte fest, daß sie streng lokalisiert ist auf die dritte und vierte Zellschicht von außen gerechnet. Diese Zellen gehören dem Rindenparenchym an, besitzen ein sehr erhebliches Lumen und große Kerne. Im idealen Falle ist Zelle für Zelle mit einem Pilzknäuel angefüllt,

wie Schlicht es abbildet. Ob eine Wurzel vom Pilze befallen ist, läßt sich meistens schon makroskopisch nach ihrem Aussehen ermitteln. »Les racines de Paris présentent aux points infestés les renflements irréguliers, les courbures, l'opacité et la turgescence speciales que j'ai déjà signalé pour les racines d'Arum et de Liliacées« (Gallaud). Man könnte also, wenn man wollte, allein nach diesen äußeren Merkmalen von Individuum zu Individuum und von Standort zu Standort feststellen, wie groß die Verpilzung ist. Aber das Bild, das man so erhielte, wäre nicht ganz einwandfrei. Ich habe nämlich gefunden, daß zwar das Vorhandensein dieser Charaktere ein sicheres Maß für den Grad der Verpilzung liefert, daß aber aus ihrem Fehlen nicht auf Abwesenheit des Pilzes geschlossen werden darf. Ja, es kann eine Wurzel stark verpilzt sein, ohne daß das habituell zum Ausdruck kommt. Daher muß auch stets das Mikroskop zu Rate gezogen werden.

Ich habe nun eine besondere Methode angewandt, um möglichst exakte Werte für die Intensität der Verpilzung sowohl eines einzelnen Individuums als auch einer Gesellschaft aufstellen zu können. Vor allem sollte die subjektive Komponente, die ja stets bei solchen Gradangaben mitspielt, möglichst ausgeschaltet werden. Das angewandte Verfahren bestand darin: Ich grub ganze Rhizome aus und untersuchte Wurzel für Wurzel. Von jeder Wurzel wurden Handschnitte angefertigt, immer in bestimmtem Abstande voneinander, so daß auch eine ganz lokale Verpilzung nicht übersehen werden konnte. Auf diese Weise wurden von einer Wurzel je nach der Länge zehn oder mehr Schnitte kontrolliert, und bei einem Rhizom mit zehn Wurzeln stützte sich demnach die Gradangabe der Verpilzung auf über 100 Schnitte. Um einen kurzen Ausdruck für den Umfang der Verpilzung zu erhalten, wurde eine bestimmte Skala geschaffen. Es bedeutete:

1. ganze Wurzel ringsum verpilzt,
2. Wurzel zum größten Teil ringsum verpilzt; da und dort kleinere Lücken,
3. nirgends ein geschlossener Mykorrhizaring, aber immerhin Verpilzung an mehreren Stellen,

4. Mykorrhiza nur ganz lokal,
5. keine Verpilzung.

Auf Grund dieser Skala erhielt jede einzelne Wurzel je nach dem mikroskopischen Befund einen Verpilzungswert. Diese Einzelwerte konnten nun rhizomweise zusammengefaßt werden, und es ergab sich dann ein Satz von Mittelwerten, die das Verhalten der einzelnen Rhizome kennzeichnen. Diese Mittelwerte wurden nun wieder von Standort zu Standort oder von Klasse zu Klasse zu Hauptmittelwerten vereinigt. So sind die unten angeführten Zahlen entstanden.

Es ergaben sich nun zweierlei Aufgaben:

1. zu untersuchen, ob an ein und demselben Standort die Verpilzung bei den verschiedenzähligen Individuen verschieden stark ausgeprägt ist und
2. ob Standorte mit abweichender mittlerer Gliederzahl auch Differenzen in bezug auf die Verpilzung aufweisen.

Die erste Untersuchung führte zu einem negativen Resultat. Zwar ergeben sich, wenn man die Rhizome der Gliederzahl ihrer Sprosse nach in Gruppen ordnet, für die so entstehenden Klassen auch verschiedene Verpilzungswerte, aber die Abweichungen sind äußerst gering und zeigen beide eindeutige Beziehung zur Gliederzahl. Es handelt sich vielmehr um Schwankungen, wie sie bei der Aufstellung von Mittelwerten stets zutage treten. Hier nur einige Belege:

I. Döggingen.

a) 50 Wurzeln von nichtbl. Einern, Zweiern und Dreiern:
Grad der Verpilzung 3,6.

b) 64 Wurzeln von blühenden und nichtbl. Vierern:
Grad der Verpilzung 4,1.

Die hier gefundene Differenz ist die größte, die überhaupt aufgetreten ist, gleichzeitig aber auch die unsicherste, da sie sich auf das kleinste Material stützt. Falls sie Bedeutung hätte, würde sie besagen, daß starke Verpilzung und niedere Gliederzahl miteinander verbunden sind, was als Hinweis auf eine Schädigung durch den Pilz betrachtet werden könnte. Aber alle folgenden Beispiele zeigen eine derartige Übereinstimmung, daß es sich hier sicher um eine Zufallsabweichung handelt.

II. Maxau.

a) 76 Wurzeln von nichtbl. Einern, Zweiern und Dreiern:
Grad der Verpilzung 2,7.

b) 526 Wurzeln von nichtbl. Vierern:
Grad der Verpilzung 2,6.

III. Wolfartsweier.

a) 63 Wurzeln von nichtbl. Einern, Zweiern und Dreiern:
Grad der Verpilzung 3,4.

b) 173 Wurzeln von nichtbl. Vierern:
Grad der Verpilzung 3,2.

IV. Neudorf I.

a) 17 Wurzeln von nichtbl. Zweiern und Dreiern.
Grad der Verpilzung 2,1.

b) 69 Wurzeln von blüh. und nichtbl. Vierern:
Grad der Verpilzung 1,6.

c) 90 Wurzeln von blüh. und nichtbl. Fünfern:
Grad der Verpilzung 1,8.

Die drei hier gefundenen Werte liegen nicht in einer gleichsinnigen Reihe; die Vierer zeigen den unter- und überzähligen Sprossen gegenüber einen kleinen Vorsprung im Maße der Verpilzung. Ich habe zum Vergleich eine Anzahl anderer Rhizome dieses Standorts ohne Rücksicht auf die Gliederzahl nach ihrer Größe sortiert und zwar in drei Klassen. Es ergab sich:

a) 54 Wurzeln von kleinen Rhizomen:
Grad der Verpilzung 1,9.

b) 141 Wurzeln von mittelgroßen Rhizomen:
Grad der Verpilzung 1,9.

c) 250 Wurzeln von großen Rhizomen:
Grad der Verpilzung 1,8.

Die Übereinstimmung dieser drei Werte ist so groß, als man nur erwarten kann.

V. Daxlanden.

a) 58 Wurzeln von nichtbl. Dreiern:
Grad der Verpilzung 1,4.

b) 709 Wurzeln von nichtbl. Vierern:
Grad der Verpilzung 1,5.

c) 739 Wurzeln von blüh. Vierern:
Grad der Verpilzung 1,5.

d) 91 Wurzeln von blüh. Fünfern:
Grad der Verpilzung 1,4.

VI. Schönberg.

a) 139 Wurzeln von blüh. und nichtbl. Vierern:
Grad der Verpilzung 2,2.

b) 112 Wurzeln von blüh. und nichtbl. Fünfern:
Grad der Verpilzung 2,0.

Aus dem angegebenen Zahlenmaterial geht hervor, daß an ein und demselben Standort alle verschiedenartigen Individuen etwa denselben Grad der Verpilzung aufweisen, daß also keine Korrelation zwischen Gliederzahl und Verpilzung besteht. Oft sind, wie ich an den Schnitten erkennen konnte, schon die jungen Keimpflanzen, wenn sie bloß das erste Würzelchen besitzen, von der Mykorrhiza befallen, und nun wachsen Pilz und Wirt gleichmäßig miteinander heran. Weder sucht sich das erstarkte Rhizom von seinem Pilz zu befreien, noch beginnt hier die Mykorrhiza besonders üppig zu wuchern. Es sieht vielmehr so aus, als ob die beiden Komponenten vollständig aufeinander abgestimmt wären.

Wir können uns nun der zweiten Frage zuwenden. Unterscheiden sich die verschiedenen Standorte durch den Grad der Verpilzung, und wenn dies der Fall ist, welche Beziehung besteht zwischen der mittleren Gliederzahl und dem Ausmaß der Mykorrhiza?

Zur Lösung dieser Frage wurde ein noch größeres Wurzelmaterial herangezogen. Obwohl — wie unsere bisherigen Erörterungen zeigen — Quirlzahl und Verpilzung unabhängig voneinander sind, so wurden für die folgenden Untersuchungen die verschiedenzähligen Sprosse wenigstens einigermaßen in dem Mengenverhältnis ausgegraben, in dem sie an den einzelnen Standorten wuchsen. Die Hauptmasse lieferten also stets die Vierer.

Ferner mußte bei einem Vergleiche auch die Jahreszeit berücksichtigt werden. So fand z. B. Stahl (lit. 66), daß manche

Pflanzen, die im Frühjahr und Sommer pilzfrei zu sein scheinen, im Herbst Mykorrhiza aufweisen, und es wäre wohl möglich, daß solche periodische Schwankungen allgemein verbreitet sind. Ich habe nur einen Standort auf dieses Verhalten kontrolliert, es ist der bei Wolfartsweier. Hier wurden im Juni und September 1914 zahlreiche Rhizome ausgegraben und es ergab sich folgendes Resultat:

610 Wurzeln hatten im Juli den Verpilzungsgrad 2,7.

174 „ „ „ September den Verpilzungsgrad 2,6.

Diese beiden Werte sind praktisch gleich; es ist also kein Unterschied zutage getreten. Da aber diese eine Kontrolle doch noch nicht ausreicht, um allgemeine Schlüsse zuzulassen, so sind im folgenden die im Sommer und die im Herbst 1914 gefundenen Werte in zwei gesonderten Tabellen aufgeführt.

Tabelle 44 (Sommer 1914).

Standort	Untergrund	Mittlere Gliederzahl	Verpilzungsgrad	Zahl der Wurzeln
Schönberg	Mergel	4,12	2,0	356
Neudorf I	Lehm (kalkführend)	3,95	1,8	621
Wolfartsweier	toniger Lehm	3,89	2,7	610
Döggingen	Rohhumus	3,77	3,9	114

Tabelle 45 (Herbst 1914).

Standort	Untergrund	Mittlere Gliederzahl	Verpilzungsgrad	Zahl der Wurzeln
Weingarten	Mergel	3,98	1,8	263
Daxlanden	Lehm (kalkführend)	3,95	1,5	1082
Wolfartsweier	toniger Lehm	3,89	2,5	215
Maxau I	Lehm (kalkführend)	3,85	1,4	165
„ II	Sand		2,6	889

Die beiden Tabellen zeigen deutlich, daß im großen und ganzen die mittleren Gliederzahlen und die Verpilzungswerte einander parallel gehen, und daraus ergibt sich nach den früheren Befunden naturgemäß auch eine Beziehung zwischen Bodenbeschaffenheit und Mykorrhizagehalt. Auf den Wert des Schönbergs, den einzigen, der in auffallender Weise aus der Reihe herausfällt, werden wir noch später zurückkommen. Wir können

folgende Tatsachen hervorheben: Böden mit starkem (Schönberg, Weingarten) oder geringerem Kalkgehalt (Neudorf I, Daxlanden, Maxau I) bedingen hohe Gliederzahlen und starke Verpilzung. Die Verpilzungsgrade sind hier 1,4 bis 2,0. Toniger Lehm und Sand zeigt einen deutlichen Abfall sowohl der mittleren Gliederzahl als auch der Verpilzung. Wolfartsweier lieferte im Sommer den Verpilzungsgrad 2,7, im Herbt den von 2,6, Maxau II ebenfalls einen solchen von 2,6. Interessant ist ein Vergleich von Maxau I und II. Ich habe schon früher erwähnt, daß der Standort nicht einheitlich ist, sondern daß ein kalkführendes Lehmareal und ein Sandareal deutlich voneinander abgesetzt sind. Die mittlere Gliederzahl von 3,85 ist durch Abzählen des ganzen Bezirks gefunden. Ich habe aber an der genannten Stelle darauf hingewiesen, daß der Lehmzone ein höherer Mittelwert etwa dem von Daxlanden gleich zukäme. Eine gesonderte Untersuchung der beiden Zonen hat nun ergeben, daß auch die Intensität der Verpilzung deutlich verschieden ist; der Bezirk mit höhere Quirlzahlen hat auch viel ausgesprochenere Mykorrhiza: wir finden genau denselben Verpilzungsgrad wie bei Daxlanden, das auch dieselben Bodenverhältnisse aufweist.

Ich komme nun zu dem Standort, der durch eine äußerst kümmerliche, niederzählige Parisvegetation gekennzeichnet ist, zu dem Fichtenwalde bei Döggingen. Ich muß gestehen, daß ich nach dem gesamten sonstigen Vegetationscharakter, vor allem nach dem Reichtum extrem mykorrhizaführender Orchideen, auch bei der Einbeere eine starke Verpilzung erwartet hatte. Statt dessen treffen wir hier den niedersten überhaupt gefundenen Verpilzungsgrad, und der Dögginger Wald ist die einzige Stelle, wo in größerer Anzahl völlig mykorrhizafreie Rhizome festgestellt werden konnten. Diese Rhizome waren stets vollständig in die Rohhumusschicht eingebettet. Dagegen zeigten drei kräftige Vierersprosse, die in einer Lichtung wuchsen und deren Wurzeln den kalkreichen Untergrund erreicht hatten, ein stärkeres Maß der Verpilzung. Diese Tatsache kann nur so erklärt werden, daß der Mykorrhizapilz der Einbeere durch den Rohhumus weitgehend geschädigt wird. Offenbar zeigen die Mykorrhizapilze in dieser Hinsicht ein ganz verschiedenes

Verhalten. So nimmt z. B. nach Peklos Beobachtungen bei Monotropa die Verpilzung mit dem Humusgehalt zu. Er schreibt: »Das Wurzelgeflecht der Monotropa tritt in zweierlei Formen auf, je nachdem, ob es in einem lehmigen oder humosen Substrat vegetiert. Ihre Unterschiede hängen eng mit der Infektionsstufe seitens des Mykorrhizapilzes zusammen. In der ersten Form treten die Mykorrhizen weit in den Hintergrund bis zu Exemplaren, welche sich davon völlig befreit haben; die andere erweist sich als konstant mykorrhizaführend« (lit. 55).

Aus diesen Tatsachen kann man wohl den Schluß ableiten, daß vermutlich jede Bodenart ihre spezifischen Wurzelpilze besitzt. Die Bevorzugung bestimmter Bodensorten, die manche Blütenpflanzen erkennen lassen, könnte somit wesentlich durch die Ansprüche ihres Wurzelbewohners bedingt sein.

In diesem Zusammenhang möchte ich noch auf eine interessante Erscheinung hinweisen. Bei Paris ist bisher nur endotrophe Mykorrhiza konstatiert. Es gelang mir aber, gerade aus dem Dögginger Rohhumus Individuen auszugraben, die einen ektotrophen Pilzmantel tragen, zwar nicht über der gesamten Wurzeloberfläche, sondern nur stellenweise. Schon makroskopisch fielen diese Wurzeln durch ihren braunen Überzug auf. Zwei solcher Rhizome fand ich auf, und es ist nun wichtig, festzustellen, daß in dem einen nicht eine Spur von endotropher Mykorrhiza vorhanden war. Wir haben es also offenbar mit einem andern Pilz zu tun. Da an den andern Standorten nie etwas Ähnliches beobachtet wurde, so könnte man die Vermutung aussprechen, daß sich in saueren Böden neben der zurücktretenden endostrophen eine ektotrophe Verpilzung der Pariswurzeln einstellt. Da es sich bisher aber um einen ganz vereinzelten Fall handelt, und da ektotrophe Mykorrhiza unter Umständen durch fremde Pilze vorgetäuscht werden kann, so möchte ich diese Frage vorläufig ruhen lassen.

Ich bemerke noch, daß die Pariswurzeln von Döggingen — und dasselbe gilt für die von Maxau, soweit ihre Rhizome dort in Sandboden wachsen — ein ganz anderes Aussehen besitzen als sonst. Die äußeren Merkmale der Verpilzung fehlen fast vollständig, auch dann, wenn Mykorrhiza vorhanden ist; die Wurzeln sind glatt, gerade und seilartig lang gestreckt, vor

allem fehlen die sonst so bezeichnenden knotigen Anschwellungen fast vollständig.

Wir stehen nun vor der Aufgabe, den Zusammenhang zwischen Bodenbeschaffenheit, Gliederzahl und Verpilzung zu erklären. Ist es, so können wir uns fragen, die Qualität des Untergrunds, die zunächst das üppige Gedeihen der Einbeere zur Folge hat und damit erst sekundär die geeigneten Bedingungen für eine starke und ausgiebige Verpilzung herstellt, oder ist es umgekehrt, daß dann, wenn der Charakter des Bodens eine intensive Verpilzung gewährleistet, daß dann auch ein erhebliches Erstarken der Parisvegetation und damit eine Zunahme der mittleren Gliederzahl einsetzt? Ich möchte mich für die zweite Annahme entscheiden und zwar aus folgendem Grunde. Wenn tatsächlich die Intensität der Verpilzung geknüpft wäre an die Kräftigkeit der Wirtspflanze, dann müßte die Mykorrhiza schon an den einzelnen Standorten eine deutliche Abstufung zeigen. Es müßten also die Einer im allgemeinen weniger verpilzt sein als die Dreier und so fort. Dies ist aber, wie wir gesehen haben, nicht der Fall. Infolgedessen müssen wir die Verhältnisse wohl so deuten, daß die Verpilzung die üppige Entwicklung der Einbeere und damit die hohen Quirlzahlen bedingt. In solchen Böden, welche der Mykorrhiza günstig sind, wird sich schon bei den jungen Pflänzchen die Symbiose viel ausgiebiger und inniger gestalten, und durch dieses dauernde Zusammenwirken werden sie in ihrer Entwicklung ständig gefördert. So liegen die Verhältnisse z. B. bei Weingarten und Daxlanden. Bei den Rhizomen von Döggingen und Maxau II dagegen ist schon von Anfang an die Verpilzung gering, und die Pflanzen zeigen entsprechend ein nur langsames Erstarken.

Wenn wir somit die Verhältnisse derartig auslegen, daß günstige Bodenbeschaffenheit die Mykorrhiza und die Mykorrhiza die Entwicklung der Einbeere fördert, so soll damit keineswegs gesagt sein, daß die Bodenfaktoren nicht auch einen direkten Einfluß auf das Gedeihen der Einbeere ausüben. Beide Kausalreihen werden vielmehr nebeneinander verlaufen, und da Pilzwirt und Symbiosepilz in ihren Ansprüchen an den Untergrund nicht vollständig übereinzustimmen brauchen, so sind geringe Disharmonien zwischen Verpilzungsgrad und mittlerer

Quirlzahl durchaus verständlich. Auf diese Weise erkläre ich es mir zum Beispiel, daß innerhalb der Gruppe der kalkführenden Böden Unregelmäßigkeiten vorkommen. Die stärkste Verpilzung zeigen die kalkärmeren Rheinniederungslehme (Neudorf I, Daxlanden, Maxau I), die höchsten Gliederzahlen dagegen die Mergelböden mit ihrem hohen Kalkgehalt (Schönberg, Weingarten). Das würde auf eine Schädigung der Mykorrhiza durch zu großen Kalkgehalt hinweisen.

So stark auch der Einfluß der Mykorrhiza sein mag, sie ist doch stets nur ein Faktor unter anderen Faktoren, und ihre Wirkung kann durch die sonstigen Außenbedingungen gehemmt oder verstärkt werden. Betrachten wir in dieser Hinsicht einmal das Verhalten der Einbeere am Schönberg und bei Weingarten. Die Bodenbeschaffenheit beider Standorte ist, wie früher schon erwähnt, fast dieselbe; außerdem stimmen die beiden Verpilzungswerte nahezu überein. Trotzdem besitzt der Schönberg eine wesentlich höhere mittlere Gliederzahl. Ich habe schon im Abschnitt VII darauf hingewiesen, daß dieser Überschuß auf Rechnung des Lichts zu setzen ist.

Anhangsweise mag noch auf das Verhalten der Einbeere in botanischen Gärten hingewiesen werden. So ist mir aufgefallen, daß sie hier gewöhnlich schlecht gedeiht und die Tendenz zeigt, Minusvarianten zu bilden. So standen beispielsweise an dem Parisstandplatz im Botanischen Garten in Freiburg im Jahre 1914 42 ziemlich kümmerliche Individuen, davon waren sechs Dreier und 36 Vierer. 1915 war das Verhältnis 4:24. Wir erhalten beidemal eine mittlere Gliederzahl von 3,86. Nun ist schon seit langer Zeit bekannt, daß viele Mykorrhizenpflanzen sich schwer kultivieren lassen, leicht ihre Verpilzung verlieren und eingehen. Möglicherweise hat der Rückgang der Einbeere in Kultur dieselben Ursachen. Dafür würde sprechen, daß eine Untersuchung der erwähnten Individuen den Verpilzungsgrad 4,5 ergab, ein Wert, der sich allerdings nur auf 15 beliebig herausgegriffene Wurzeln stützt. Meine eigenen Versuchspflanzen, die in besonders ausgelesene, vielfach den Standorten selbst entstammende Erde eingesetzt wurden, zeigten in dieser Hinsicht ein günstigeres Verhalten, wenngleich auch hier ein Abnehmen der Verpilzung zu erkennen war.

Abschnitt IX.

Phylogenetische Betrachtungen.

Wir haben in den vorstehenden Abschnitten die Ernährungsfaktoren herausgearbeitet, die den Typus der Einbeere nach der einen oder der andern Richtung modeln. Dieser Typus selbst ist aber bis zu einem gewissen Grad etwas Festes, Gegebenes, er liegt in dem Bauplan der Pflanze begründet und ist erblich fixiert. Alle Einflüsse, die im Verlaufe der individuellen Entwicklung gestaltend auf die Einbeere wirken, können den Typus nur innerhalb gewisser Grenzen umwandeln. Je weiter einzelne Individuen vom Typus abliegen, um so seltener treten sie auf, und es gibt eine Schranke, die nicht überschritten wird, weil die inneren Widerstände zu groß sind, oder, was dasselbe ist, weil die Plastizität der Art zu gering ist. Diese inneren Widerstände sind es, die den Verlauf der Variabilitätskurve ganz wesentlich mitbestimmen, und die in unserem speziellen Fall beispielsweise bewirken, daß über vier ein so ausgesprochenes, den Griffel der Normalkurve weit übersteigendes Maximum liegt. Die Variabilitätskurve ist infolgedessen ebensogut ein systematisches Merkmal wie irgendeine morphologische Eigenschaft. Genau so, wie sich verwandte Arten, Rassen oder Varietäten morphologisch voneinander unterscheiden, genau so können sie in bezug auf die Variabilität irgendeines Merkmals voneinander abweichen. Und wenn wir dann die entsprechenden Variabilitätskurven miteinander vergleichen innerhalb eines größeren Formenkreises, dann ergibt sich ein Bild, das uns zu der Annahme berechtigt, daß die phylogenetische Entwicklung eine bestimmte Richtung innegehalten hat.

Greifen wir als Beispiel wieder einmal die Kompositen heraus. Die eingehenden Untersuchungen von Ludwig und anderen (lit. 47, 50, 73, 77) haben ergeben, daß die Variabilitätskurven der Randblütenzahlen meistens vielgipflich sind. Die Maxima liegen auf den Fibbonaccizahlen, die Lage des Hauptgipfels ist aber von Art zu Art und von Rasse zu Rasse verschieden. Ich setze nun einen bestimmten Fall, der aber durch das empirische Verhalten vieler Kompositen eine Stütze findet. Es handelt sich um drei verwandte Formen, A, B und C. A hat den Gipfel auf 8, zwei Nebengipfel auf 13 und 21. B hat den Haupt-

gipfel auf 13, Nebengipfel auf 8 und 21, C endlich den Hauptgipfel auf 21 und Nebengipfel auf 8 und 13. Falls die sonstigen Eigenschaften der drei Formen damit nicht im Widerspruch stehen, werden wir vermuten dürfen, daß eine Entwicklung von A nach C oder möglicherweise von C nach A erfolgt ist. Das sind Schlußfolgerungen, die schon de Vries gezogen hat (lit. 73).

Einfacher liegen die Verhältnisse, wenn es sich um eingipflige Kurven handelt. Hier findet lediglich eine Wanderung von links nach rechts oder von rechts nach links statt, und dazu kann sich auf gewissen Etappen der Umbildung eine mehr oder minder ausgesprochene Schiefgipfligkeit hinzugesellen. Eine Form A habe der Gipfel auf 3, eine aus ihr hervorgegangene Form B aber auf 2. Im Ausgangsstadium liegt das Kurvenmaximum also auf 3, und die beiden Schenkel sind symmetrisch. Im ersten Übergangsstadium ist das Maximum nicht verrückt, aber der linke Schenkel ist wesentlich stärker ausgebildet. Im zweiten Übergangsstadium ist der Gipfel nach 2 verschoben, und der rechte Schenkel ist verstärkt. Schließlich endlich liegt der Gipfel auf 2, und die Kurve ist wieder symmetrisch. So etwa stellt sich Haacke (lit. 25) den Übergang von der Dreinarbigkeit zur Zweinarbigkeit bei den Campanolaceen vor.

Prüfen wir nun, wie weit sich diese Betrachtungen auf die Gattung Paris verwenden lassen. Wir stehen da aber vor der Schwierigkeit, daß erst unsere einheimische Paris quadrifolia variationsstatistisch untersucht ist. Wir sind daher im folgenden auf die spärlichen Angaben über die Gliederzahlen in der Literatur und auf Herbarmaterial angewiesen; besonders leistete mir ein Faszikel des Berliner Museums gute Dienste.

Ich wende mich zunächst dem Formenkreise von P. quadrifolia zu. Das, was uns bisher begegnet ist, waren bloß Standorts- oder Ernährungsmodifikationen. Solche Formen besonders zu benennen, wie dies in neuerer Zeit Zapalowicz (lit. 80) getan hat, hat keinen Sinn; wenn man noch die Blütenverhältnisse berücksichtigen wollte, wäre es ein Leichtes, viele Dutzend derartiger Formen aufzustellen. In Asien dagegen beginnt sich der Typus wirklich zu wandeln, und man hat daher schon seit längerer Zeit einige Formen ursprünglich sogar als Arten abgegliedert. Es ergibt sich auf diese Weise folgende Reihe (lit. 6, 14, 24, 39/43):

1. P.	quadrifolia	Typus	Zahl d. Blätter	(1) 2—8	Gipfel auf	4
P.	„	var. obovata	„ „ „	4—8	„ „	5
P.	„	hexaphylla	„ „ „	6—8	„ „	6
P.	„	dahwica	„ „ „	7—9	„ „	8

Diese Varietätenreihe zeigt deutlich die kontinuierliche Verschiebung des Gipfels von 4 auf 8. Die Angaben über die minimale und maximale Laubblattzahl sind nur mit Vorsicht entgegenzunehmen, da sie sich nicht auf ein nach Tausenden zählendes Material stützen; sie beziehen sich daher wohl bloß auf die häufig wiederkehrenden Varianten. Immerhin ist bezeichnend, daß mit dem Kurvengipfel auch die untere und um einen kleinen Betrag wenigstens auch die obere Grenze hinaufrückt.

Über die Größenverhältnisse der unterschiedenen Varietäten existieren nur sehr mangelhafte Daten. Für die Stengellängen der Varietäten obovata und hexaphylla wird in den Diagnosen angegeben: »caulis pedalis«. Falls dies wörtlich zu nehmen wäre, läge hier ein der erhöhten Gliederzahl entsprechender, recht beträchtlicher Größenunterschied im Vergleich zum Typus vor; denn für die blühenden Vierersprosse der Normalform fanden wir Werte, die sich um 20 cm bewegen. Da aber solche Größenangaben meist sehr wenig genau sind, und da die Abbildung bei Ledebour (lit. 41) und die mir zugänglichen Herbarexemplare von var. obovata und var. hexaphylla im Durchschnitt wesentlich kleinere Dimensionen aufweisen als 30 cm, so ist hier eine Differenz kaum anzunehmen. Dasselbe gilt in verstärktem Maß von den Blattlängen. Die Blätter scheinen sogar bei den asiatischen Varietäten durchweg etwas zierlicher gebaut zu sein. Besondere Verhältnisse zeigen die Blattbreiten: Beim Typus ergaben sich Werte von 4,5—6 cm; var. obovata liefert Beträge von 3—4 cm; noch schmäler, ca. 2 cm, sind die Blätter von var. hexaphylla, und für var. dahurica gibt Franchet 1,2—1,5 cm an. Wir haben also bei den Varietäten denselben Zusammenhang zwischen Gliederzahl und Blattbreite, den wir für die Standortsmodifikation nachgewiesen haben. Dies hat schon Franchet wahrgenommen; er sagt über die drei Varietäten: »Toute la distinction entre ces plantes se réduit en effet à plus ou moins de largeur dans les feuilles ou à leur nombre

plus ou moins considérable dans le verticille. Mais ces deux caractères ne sauraient ici avoir de valeur, puisqu'il est bien établi qu'ils sont corrélatifs et que la plus ou moins grande largeur des feuilles dépend de leur nombre dans le verticille) elles atteignent leur maximum en largeur lorsque le verticille n'est formé de 4—3 feuilles; elles sont bien plus étroits, à peu près lanceolées dans la variété hexaphylla et sont reduites à 12—15 cm de largeur dans le P. dahurica Fish. (lit. 14).

Die Varietät obovata, die sich übrigens noch durch andere Merkmale — Form der Kelchblätter, Blütendiagramm — vom Typus unterscheidet, bleibt auch nach Franchets Auffassung zu recht bestehen: aber auch über den systematischen Wert der beiden anderen Formen läßt sich noch nichts Negatives aussagen, solange nicht die Erblichkeitsverhältnisse untersucht sind. Wenn auch alle drei in ihren Variabilitätskurven derartig ineinander übergreifen, daß eine scharfe Trennung undurchführbar ist, so beweist dies an sich noch nichts und ist vom phylogenetischen Standpunkte aus eher zu begrüßen als zu bedauern. Jedenfalls sind die Verschiebungen der Gliederzahlen im Vergleich zu denen, die wir bisher feststellten, so groß, daß eine Heranziehung der Ernährungsverhältnisse zur Erklärung nicht ausreicht. Ich stimme daher im Prinzip Dutailly bei, wenn er von P. quadrifolia sagt: »Voila donc un Paris dont les diverses formes se sont plus ou moins fixées les unes à quatre, les autres à cinq, à six, à sept, à neuf feuilles, très certainement en obéissant aux conditions de milieu et aux necessités de l'évolution (lit. 10).

In den Formenkreis der P. quadrifolia ist vielleicht auch die von Hayata aufgestellte Species P. lancifolia einzubeziehen. Unter den als bezeichnend angeführten Merkmalen ist keines, das eine so scharfe Abgliederung als notwendig erscheinen ließe. Der Autor der Art sagt selbst (lit. 26): »This new plant very much resembles Japanese P. quadrifolia L var. obovata Reg et Til., but differs by the lanceolateo-linear leaves«. Uns interessiert diese hochzählige Form mit ihren 7—8 Laubblättern deshalb, weil hier eine beträchtliche Größenzunahme zu verzeichnen ist. Der Stengel erreicht eine Höhe von einem halben Meter und die Blätter weisen bei einer Breite von 1 cm eine

Länge von 12 cm auf, das ist anderthalbmal so viel als beim Typus von P. quadrifolia.

Wir gehen nun einen Schritt weiter und vergleichen die verschiedenen Arten der Gattung Paris miteinander. Wir können dabei, nur in noch vergrößertem Maßstab, denselben Wandel der Gliederzahlen feststellen. Bei P. tetraphylla dominiert die Zahl 4, bei P. Cavaleriei 5, bei P. Fargesii, P. pinfaensis, P. Hookeri und P. Biondii 6, bei P. petiolata 7, bei P. Debeauxii, P. verticillata, P. polyphylla und P. Christii 8, bei P. Marchandii 12 und bei P. hamifer 16. Gleichzeitig sind die beiden Grenzen nach oben verschoben. So schwankt z. B. P. tetraphylla zwischen 4 und 6, P. petiolata zwischen 5 und 7, P. thibetica und Paris polyphylla zwischen 7 und 10, P. incompleta zwischen 6 und 12, P. yunnanensis zwischen 10 und 14 und P. polyphylla var. stenophylla erreicht die höchsten Werte mit 12 bis 22 Blättern. Wenn wir nun die verschiedenen Parisarten unabhängig von ihrer Verwandtschaft einfach nach ihren Gliederzahlen anordnen, so ergibt sich im großen und ganzen auch für die Größenmasse eine ansteigende Reihe. Wenn auch einzelne höherzählige Formen wie P. thibetica, P. Bockiana und P. incompleta mit ihren Stengellängen von ca. 30 cm aus dieser Stufenfolge herausfallen, so sind doch im Durchschnitt die 6- und mehrzähligen Formen den 4- und 5-zähligen weit überlegen, und bloß bei ihnen treten Riesenarten auf, die einen Meter erreichen oder übersteigen. Das gilt sowohl vom Euparis (P. Christii, Blätter 8, Stengel 80 bis 100 cm, P. gigas, Gipfel wohl ebenfalls auf 8, Stengel 140 cm), wie vom Euthyrastamm (P. formosana, Blätter 8, Stengel 120 cm). Die Größenzunahme erstreckt sich übrigens wiederum bloß auf Stengel- und Blattlängen; die Blattbreite nimmt relativ und meist auch absolut genommen ab und erreicht ihr Minimum bei Paris polyphylla var. stenophylla mit 0,6 cm. Eine Ausnahme machen hier bezeichnenderweise die Arten, welche länger gestielt sind, wie P. chinensis, P. Dunniana, P. Hookeri usw. (lit. 9, 13/15, 24, 27, 39/40, 45/46, 54, 79).

Wir ziehen nun den Kreis noch etwas weiter. Man leitet im allgemeinen die Gattung Paris von Trillium ab. Tatsächlich sind die Beziehungen beider Genera zueinander sehr groß. Diels (lit. 9) betont, daß sich in Zentralchina eine Trennung überhaupt

nicht durchführen läßt. Es treten Parisarten mit trimerer Blüte und solche mit korollinischer Färbung der Sepalen auf. Verwandtschaft ist also sicher vorhanden, und es besteht nur die Frage, welcher Formenkreis als der ältere anzusehen ist. Daß Trillium den Monokotyledonentypus besitzt, entscheidet an sich noch nichts über das Altersverhältnis. Wir wissen ja noch nicht einmal, wann und wie dieser Typus entstanden ist und an welchem Punkte des Phanerogamenstammbaums seine Entwicklung ansetzt. Brunotte (lit. 3) bemerkt in dieser Hinsicht nach Besprechung einiger abnorm tetramerer Liliacceenblüten: »Ou bien les Monocotyledones ont eu dès leur apparition sur la terre le type floral trimère et alors les deux genres Paris et Majanthemum ont évoluè leurs fleurs étant devenues tétra-et dimères. Ou bien les Monocotyledones avaient primitivement leurs fleurs construites comme les Dicotyledones, par exemple, et se sont modifiées dans la suite pour prendre le type florale trimère que nous leur connaissons actuellement, les deux genres Paris et Majanthemum seuls ayant gardé les caractères primitifs. Si nous admettons la première hypothèse, les fleurs Tulipes et Fritillairs tetramères évolueraient dans le même sens que Paris et Majanthemum modifiant ainsi le type primitif; si nous admettons la seconde hypothèse, ces mêmes fleurs au contraire retourneraient à un type ancien tetramère dont Paris et Majanthemum seraient encore actuellement les derniers représentants parmi les Monocotyledones.«

Von diesem Standpunkt aus läßt sich die Frage also nicht entscheiden. Aber es gibt Tatsachen, die entschieden dafür sprechen, daß Trillium die Ausgangsform ist. Dutailly (lit. 10) hebt mit Recht folgende Punkte hervor:

1. Trillium ist außerordentlich konstant. Abweichungen irgendwelcher Art treten bei allen Species nur ganz vereinzelt auf. Namentlich sind Änderungen im Laubblattquirl äußerst selten; Penzig (lit. 56) erwähnt einmal Trillium erectum und Trillium sessile mit viergliedrigem, ferner Trillium sessile mit fünfgliedrigem Quirl. Das sind aber Ausnahmen, denen gegenüber wir mit Bestimmtheit feststellen können, daß die Laubblattkurve ein ganz extremes Maximum über 3 aufweist. Nun ist aber geringe Variabilität stets als ein Merkmal für alte Gattungen angesehen worden.

2. Trillium zeigt auch hinsichtlich der Sproßbildung ein ursprünglicheres Verhalten. Verschiedene Trilliumarten bilden in einer Vegetationsperiode an derselben Achse regelmäßig zwei, Trillium obovatum sogar drei Sprosse aus, Paris quadrifolia dagegen nur einen. Dafür werden aber hier an den beiden Internodien, die keine oberirdischen Blattsprosse treiben, unterirdisch kleine verkümmerte Blüten angelegt, die aber steril bleiben und die offenbar die letzten Reste ursprünglich vorhandener normaler Sproßbildung darstellen. Als Ursache der Verkümmerung sieht Dutailly klimatische Einflüsse an.

3. Paris quadrifolia wiederholt in der Jugend den Trilliumtypus und zwar nicht nur in bezug auf die Zahl der Laubblätter, sondern auch in der Zahl und Anordnung der Gefäßbündel.

Nach all dem dürfte über die Herkunft der Gattung Paris kein Zweifel bestehen. Sehen wir nun zu, wie es bei Trillium mit den Dimensionen bestellt ist. Aus den Angaben Kunths (lit. 39) und aus dem Herbarmaterial, das ich durchmustern konnte, folgt, daß sich die Mehrzahl der Arten etwa an Paris quadrifolia, also die Species anschließt, die innerhalb ihrer Gattung die niedrigsten Maße aufweist. Nur wenige Arten, wie Tr. cernuum und Tr. erectum sind beträchtlich größer, dafür bleiben aber zahlreiche Formen weit hinter P. quadrifolia zurück, und am unteren Ende der gesamten Linie liegt Tr. nivale mit einer Stengellänge von ca. 6 cm. Wenn wir daher die Gattung Trillium im ganzen mit der Gattung Paris vergleichen, so hat letztere einen erheblichen Vorsprung. Eine Ausnahme machen wieder in üblicher Weise die Blattbreiten, die bei verschiedenen Trilliumarten 8 und mehr Zentimeter betragen können. Bei Tr. sessile, Tr. cernuum, Tr. obovatum und Tr. rhomboideum können sogar Längs- und Querdurchmesser des Blattes einander gleich sein. Das sind Verhältnisse, die bei Paris quadrifolia nur ganz vereinzelt auftreten, und zwar bezeichnenderweise nur dann, wenn der Sproß dreizählig ist.

Aus unseren bisherigen Betrachtungen folgt, das P. quadrifolia hinsichtlich der Gliederzahlen und Größenmaße an der Schwelle der Gattungen Paris und Trillium steht. Die Variabilitätskurve des Laubblattquirls greift erheblich in das Gebiet der Gattung Trillium hinüber und scheidet mit ihrem anderen

Ast die Variabilitätskurven der meisten asiatischen Parisarten. Offenbar haben wir es mit einem noch sehr plastischen Typus zu tun. Das gilt nicht nur für die Merkmale, mit denen wir uns bisher beschäftigt haben, sondern für die Gesamtheit aller spezifischen Charaktere. Ich möchte nur folgende Tatsachen, die ich bei meinen Bestandsaufnahmen sammelte, hervorheben.

1. Normalerweise bildet die Einbeere, wie schon oben erwähnt, jährlich nur einen oberirdischen Blühsproß, vorausgesetzt natürlich, daß keine Rhizomverästelung vorliegt. In jeder Vegetationsperiode werden drei neue Internodien angelegt und jedes Internodium trägt an seinem Vorderende eine Knospe. Aber nur die jüngste, zuletzt gebildete gelangt zu normaler Entfaltung, die beiden andern verkümmern. Dieser Zustand ist durch das Schema a unserer Figur angedeutet. Die Klammer bezeichnet die Internodien des jüngsten Jahrgangs, die Narben die Stelle, wo im Vorjahr ein Laubsproß entsprungen ist, v die verkümmerten Knospen.

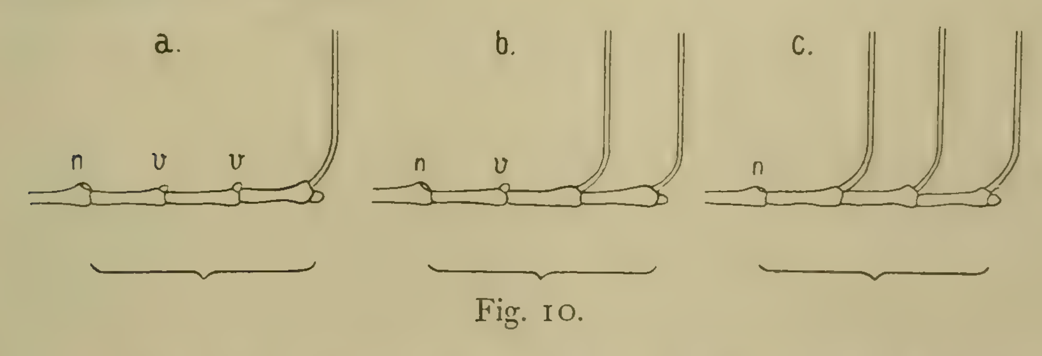


Fig. 10.

Ich fand nun drei Rhizome, die ein abweichendes Verhalten zeigten. Die beiden ersten folgten dem Schema b, besaßen also zwei hintereinander gelegene Laubsprosse, das dritte war gebaut wie Schema c, verfügte also sogar über drei, von denen zwei sich an Stelle der sonst vorhandenen, verkümmerten Blüten entwickelt hatten. Diese Fälle sind deshalb bemerkenswert, weil sie als Rückschläge zu Trillium zu betrachten sind. Schema b entspricht dem Typus von Tr. grandiflorum und Tr. sessile, Schema c dem von Tr. obovatum.

2. Es wurde oben erwähnt, daß dreiblättrige Parissprosse im Gefäßbündelverlauf mit Trillium übereinstimmen. In derselben Weise nähern sich die höherzähligen Individuen von P. quadrifolia den entsprechenden asiatischen Parisarten. Die Zahl

der Gefäßbündel ist starken Schwankungen unterlegen und ebenso besteht in bezug auf ihre Anordnung, Abgliederung und Verteilung auf die Blatt- und Blütenorgane die größte Mannigfaltigkeit. Diese Verschiedenheiten sind es, die das Verhalten der Laub- und Blütenquirle im wesentlichen bestimmen.

3. Kunth (lit. 39) gibt als Merkmal der Gattung Paris an, daß die Blätter dreinervig sind, während Trillium 3—5 Nerven aufweist. Nun kommen aber bei kräftigen, trimeren Blühsprossen von Paris quadrifolia auch fünfnervige Blätter vor. Das ist wieder eine Erscheinung, die mit dem Gefäßbündelverlauf im engsten Zusammenhang steht. Wenn innerhalb der Gattung Paris die Zahl der Blätter ansteigt, dann kann die Nervenzahl von drei auf eins herabsinken, wie dies von Hayata (lit. 26) für P. lancifolia konstatiert wurde.

4. Die Blätter von P. quadrifolia sind im allgemeinen sitzend oder nur andeutungsweise in einem Stiel ausgezogen. Es kommen aber auch Fälle vor, wo ein bis zu 1 cm langer Stiel vorhanden ist. Der Besitz eines solchen Stieles ist für verschiedene asiatische Parisarten, z. B. P. petiolata, P. chinensis und P. Hookeri bezeichnend.

5. Die Kelchblätter unserer Einbeere sind bei typischer Ausbildungsweise schmal und unscheinbar. Ich beobachtete aber beim Schönberg und bei Döggingen wiederholt Exemplare, bei denen die Kelchblätter derartig laubblattartig ausgebildet waren, daß ich von der Ferne erst vermeinte, es seien zwei Laubblattquirle, ein großer und ein kleiner, vorhanden. Nach dem Material des Berliner Museums konnte ich feststellen, daß schon H. Braun vor 80 Jahren in der Freiburger Gegend solche Individuen gesammelt hat. Diese Neigung, einen laubblattähnlichen Kelch zu erzeugen, ist bei verschiedenen asiatischen Parisarten, beispielsweise P. polyphylla erblich fixiert worden, aber auch schon die asiatischen Varietäten von P. quadrifolia zeigen, wenn auch in geringerem Maße, dasselbe Verhalten.

6. Der Kronblattkreis kann bei P. quadrifolia vollständig fehlen; ich habe dies gar nicht selten beobachtet. Solche Fälle erinnern stark an P. incompleta und P. tetraphylla, die ebenfalls der Euparisgruppe angehören und für die das Fehlen der Petalen spezifisch ist. Franchet erwähnt übrigens, daß bei

P. incompleta häufig noch Rudimente von Petalen vorhanden sind und dasselbe konnte ich bei meinen Exemplaren von P. quadrifolia feststellen. Daß bei unserer einheimischen Einbeere eine sehr starke Tendenz zur Reduktion des Kronblattkreises vorhanden ist, geht aus der Tatsache hervor, daß in sehr vielen Fällen wenigstens ein Teil des Quirls unterdrückt ist.

7. Sehr oft sind einige, mitunter auch alle Griffel miteinander verwechselt, und dann kommt es zu einer Säulchenbildung, wie sie bei P. chinensis und P. Delavayi vorhanden ist (lit. 45).

8. Die Gliederzahlen der Blütenquirle zeigen denselben Wechsel wie der Laubblattkreis. Ich habe mir die Besprechung dieser Verhältnisse für eine spätere Arbeit vorbehalten und will daher nur einiges Wenige anführen: Trimere Blüten vom Trilliumtypus und pentamere, wie sie für P. quadrifolia var. obovata, P. Cavaleriei und P. petiolata bezeichnend sind, treten recht häufig auf; hexamere und heptamere, die bei P. polyphylla vorkommen, fand ich in reiner Ausbildung nur je einmal. Schließlich erwähne ich noch, daß ein siebenblättriges Individuum fast vollkommen das Diagramm von P. yunnanensis verwirklichte. Es waren 8 Sepalen, 8 Petalen, 15 Staubgefäße und 10 Griffel vorhanden. Für P. yunnanensis werden 8 bis 9 Kelch- und Kronblätter, 20 Antheren und 10 Griffel angegeben. Damit hat P. quadrifolia die Form erreicht, die innerhalb der Gattung Paris die höchsten Zahlen in den Blütenquirlen aufweist.

Überblicken wir die angeführten Tatsachen, die zum Teil nach vorwärts, zum Teil nach rückwärts weisen, so erkennen wir, wie P. quadrifolia im Flusse der Artbildung noch mitten darin steht. Und dasselbe gilt in ähnlicher Weise für ihre asiatischen Verwandten. Sie alle stellen Glieder einer großen Entwicklungslinie dar, Etappen, die sich mehr oder minder fest zu Arten verdichtet haben. Den Ausgangspunkt bildet Trillium mit seiner niederen Quirlzahl und seinen kleinen Formen. An diese Gattung lehnen sich in bezug auf die Größe P. quadrifolia und P. tetraphylla an. Und nun können wir innerhalb des Parisstamms ein fortschreitendes Erstarken der Arten beobachten. Hand in Hand damit geht eine Zunahme der Quirlzahlen im Laubblattkreis. Vielleicht, daß diese Zerteilung der assimilierenden

Fläche eine biologische Bedeutung hat, insofern größere, leicht zerreißliche Spreiten vermieden werden sollen, vielleicht auch, daß bei dem allgemeinen Größerwerden die Konkurrenz mitspielte. Gehören doch einige der Riesenformen der asiatischen Hochstaudenflora an. Wie dem auch sei, wir werden sicher annehmen dürfen, daß dem stetigen Anstieg der Dimensionen schließlich ein Ende beschieden sein wird, ein Ende, wie es schon mehrfach für entsprechende Reihen im Tierreiche palaeontologisch festgestellt ist. Denn es ist sicher nicht ökonomisch gearbeitet, wenn Pflanzen, die einen Meter übersteigen, ihre ganze assimilierende Fläche in eine einzige Ebene verlegen. Tatsächlich sehen wir denn auch, daß ein selbständiger Seitenzweig der Trillium-Parislinie seinen eigenen Weg gegangen ist; ich meine eine Gattung Medeola, die zwei Etagen von Laubblättern besitzt. Ich habe mich vergebens bemüht, Individuen von Paris quadrifolia zu finden, die ein entsprechendes Verhalten zeigen. Ich traf bloß Exemplare, bei denen entweder der ganze Quirl in eine Spirale aufgelöst war oder bei denen ein einziges Blatt um ein beträchtliches Stück am Stamm heraufgerückt war. Dagegen erwähnt Deane (lit. 7) Formen von Trillium undulatum, die zwei oder sogar drei übereinanderstehende, normal dreizählige Quirle besaßen. Aus diesem Befunde geht hervor, daß auch innerhalb des Trillium-Parisstamms die Möglichkeit besteht, einen Bauplan, wie ihn beispielsweise Polygonatum verticillatum besitzt, zu verwirklichen.

Zusammenfassung.

1. Die Blattzahl der Einbeere (Paris quadrifolia) schwankt in dem untersuchten Gebiet zwischen 1 und 7. Die Variabilitätskurve zeigt einen sehr steilen Gipfel über 4; ein zweites, sekundäres Maximum liegt über 1. Dies hängt damit zusammen, daß die Einer nicht wie die höherzähligen Individuen Sprosse sind, sondern Niederblätter und daher ihre eigenen Entstehungsbedingungen haben. Die Gesamtkurve aller Standorte zeigt infolge der stärkeren Ausbildung des linken Schenkels eine unverkennbare Asymetrie. Dies findet auch darin seinen Ausdruck, daß der Mittelwert etwas unter 4,0 liegt.

2. Messungen an einem großen Untersuchungsmaterial haben ergeben, daß gleichzeitig mit der Gliederzahl auch Stengellänge und Blattlänge ansteigen, daß also die Gliederzahl im Laubblattquirl ein Maß für die Kräftigkeit ist. Außerdem besteht ein sehr beträchtlicher Größenunterschied zwischen den blühenden und nichtblühenden Sprossen mit derselben Gliederzahl; die mittlere Stengel- und Blattlänge der Blühsprosse ist stets größer.

3. Zählt man die nichtblühenden und blühenden Individuen eines Standorts gesondert ab, dann zeigt sich, daß bei jenen die Minus-, bei diesen die Plusvarianten überwiegen. Die mittlere Gliederzahl der blütenlosen Sprosse liegt daher unter, jene der blühenden über 4,0, oder, was dasselbe ist, im einen Fall ist der linke, im andern der rechte Ast der Variabilitätskurve stärker ausgebildet.

4. Im Laufe der Ontogenese findet eine Zunahme der Gliederzahl statt. Die Pflanze beginnt mit dem Einerstadium und steigt unter unregelmäßigen Oszillationen bis zum normalen Viererstadium, bei günstigen Verhältnissen aber bis zu höheren Quirlzahlen empor. Während nun ein einzelnes Individuum in dieser Hinsicht keiner strengen Gesetzmäßigkeit folgt, so ergeben sich doch bei Berücksichtigung einer großen Menge von Individuen feste Regeln. Untersuche ich z. B. das Verhalten von 100 Dreiern, 100 Viererern und 100 Fünfern in den folgenden Jahren, so entsteht ein ganz typisches Bild. Die Dreier besitzen die Tendenz zur Bildung von Minusvarianten und der Mittelwert der Gesellschaft verharrt daher unter 4,0, wenngleich eine Annäherung an diesen Wert stattfindet. Die Fünfer neigen zur Produktion von Plusvarianten, aber die Mehrzahl wird auch hier wieder zu Vierern. Die Vierer bleiben etwa auf ihrem Niveau stehen. Es findet daher — und das gilt auch von den extremen Varianten — ein stetes Hinfluten zum Mittelwerte statt, und diese Erscheinung, die man mit der »Regression« beim Wechsel von Generationen vergleichen kann, bedingt es, daß der Mittelwert eines Bestandes im Verlaufe der Generationen etwa auf derselben Höhe stehen bleibt. Nur wenn der Standort selbst — etwa durch Ausholzung — seine Beschaffenheit ändert, findet eine Verschiebung der Variationsrichtung und damit ein Wechsel der mittleren Gliederzahl statt.

5. Bei den Seitensprossungen eines verzweigten Rhizomes wiederholen sich dieselben Erscheinungen wie bei der Jugendentwicklung eines Endsprosses. Zwischen den Gliederzahlen eines Endsprosses und der zugehörigen Seitensprosse besteht eine enge Beziehung. Ist der Endsproß selber noch minderzählig, dann setzt die Seitensproßbildung vielfach mit dem Einerstadium ein; ist jener hochzählig, so können sofort drei- oder vierzählige Seitensprosse auftreten. Bei Rhizomen mit mehreren Seitenästen besitzen die hintersten Verästelungen ihrem höheren Alter entsprechend häufig auch höhere Gliederzahlen. Ähnlich wie die Seitenäste erster Ordnung verhalten sich die allerdings sehr seltenen Rhizomäste zweiter Ordnung. Eine Seitensproßbildung besonderer Art geht von den durch Verfaulung des Rhizomendes freigewordenen Internodien aus. Es kommt zu einer Entstehung niederzähliger Zwergexemplare, die man auch durch künstliche Rhizomzerstückelung sehr leicht erhalten kann. Dieser Vorgang scheint bei der vegetativen Vermehrung der Einbeere eine bedeutende Rolle zu spielen.

6. Eine gewisse Erblichkeit der Gliederzahlenverhältnisse gibt sich darin kund, daß die Nachkommen hochzähliger Sprosse denen niederzähliger in mancher Hinsicht überlegen sind. Sie keimen rascher, wahrscheinlich auch in größerer Anzahl, und steigen in ihrer Entwicklung schneller zu höheren Gliederzahlen empor.

7. Die mittlere Gliederzahl einer Parisgesellschaft ist in hohem Maße abhängig von der chemischen Beschaffenheit des Untergrundes. Kalkböden zeigen ein entschiedenes Übergewicht gegenüber den Kieselböden. Die niedersten Gliederzahlen treffen wir auf Rohhumus. Daneben spielt auch die Bodenfeuchtigkeit eine Rolle insofern, als extreme Trockenheit die Gliederzahlen herabsetzt. In derselben Weise wirkt auch starke Beschattung. Auf dem Einfluß des Lichtes beruht wohl auch im wesentlichen der Unterschied zwischen Laub- und Nadelwald; bei sonst gleichen Verhältnissen zeigen Fichtenbestände stets einen auffallenden Überschuß an Minusvarianten im Vergleich zu Laubholz. Die mittlere Gliederzahl ist das getreue Abbild aller maßgebenden Standortsfaktoren.

8. An ein und demselben Standort ist die Verpilzung der Pariswurzeln sehr gleichmäßig; es ist hier kein Parallelismus

zwischen Gliederzahl und Mykorrhizabildung vorhanden. Dagegen zeigen Standorte mit hohem Mittelwert auch stets starke, solche mit niederem Mittelwert schwache Verpilzung. Diese Tatsache deutet darauf hin, daß der Mykorrhizagehalt des Bodens die kräftige Entwicklung der Einbeere begünstigt und daher im Verein mit den anderen Standortsfaktoren das Auftreten hoher Gliederzahlen herbeiführt.

9. Die Schwankungen der Gliederzahlen bei Paris quadrifolia haben auch eine phylogenetische Bedeutung. Sie zeigen im Verein mit einer Menge sonstiger Bildungsabweichungen, daß das Artbild noch keineswegs gefestigt ist. P. quadrifolia steht sowohl der Größe nach als auch in bezug auf die Gliederzahl in der Mitte zwischen dem alten Trilliumtypus und den hochzähligen asiatischen Parisarten. Und da sich die Variabilitätskurven all dieser Formen in charakteristischer Weise durchschneiden, so können wir annehmen, daß im Trillium-Parisstamm eine ständige Zunahme der Proportionen und gleichzeitig damit eine entsprechende Vermehrung der Quirlzahlen stattgefunden hat.

Literatur.

1. Baxter, W., Note on an abnormal form of Paris quadrifolia. The pharm. journ. a transact. 1888/9. **19.**
2. Bernard, N., L'évolution dans la symbiose. Ann. d. sc. nat.; Bot. 9. sér. 1909. **9.**
3. Brunotte, Sur quelques fleurs de Monocotylédones liliiflores tetramères. Feuilles d. jeunes naturalistes. 1892. **22.**
4. Buchenau, Flora der nordwestdeutschen Tiefebene. Leipzig. 1894.
5. Burkill, On some variations in the number of stamens and carpels. Journ. of the Linn. Soc.; Bot. 1895. **31.**
6. Chamisso, A., De plantis in expeditione romanzoffiana observatis. Linnaea. 1831. **6.**
7. Deane, Teratology in Trillium. Rhodora. 1910. **12.**
8. Deves, Beobachtungen an Paris quadrifolius. Ber. üb. d. Vers. d. bot. u. zool. Ver. f. Rheinl.-Westf. Jahrg. 1910.
9. Diels, Die Flora von Centralchina. Engl. bot. Jahrb. 1901. **29.**
10. Dutailly, Recherches sur le développement des Asparaginées. Assoc. franç. pour l'avanc. d. sc. 25. sess. 1906.
11. Ehrenberg und Bahr, Zur Verwendung von Waldhumus in der Landwirtschaft. Journ. f. Landwirtsch. 1913. **61.**
12. Engler-Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien. 5. **2.**

13. Franchet, Plantes du Thibet oriental. Nouv. Arch. du Mus. d'hist. nat. Paris. 1887/8.

14. —, Monographie du genre Paris. Mém. publ. par la soc. philom. à l'occ. du cent de sa fond. Paris. 1888.

15. —, Plantarum sinensium ecloge secunda. Journ. de bot. 1898. **12.**

16. Frank: Die Krankheiten der Pflanzen. 2. Aufl. 1. Bd. Breslau. 1895.

17. Fuchs, J., Über die Beziehungen von Agaracineen und anderen humusbewohnenden Pilzen zur Mykorrhizabildung der Waldbäume. Bibl. bot. H. 76. 1911.

18. Galland, Études sur les mycorrhizes endotrophes. Rev. gén. de bot. 1905. **17.**

19. Godron, Nouveaux mélanges de tératologie végétale. Mém. de la soc. nation. des sc. nat. de Cherbourg. 1874. **18.**

20. Goebel, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Blätter. Bot. Ztg. 1882.

21. —, Über Jugendformen von Pflanzen. Sitzb. d. k. bayr. Ak. d. Wiss. **26,** 1894.

22. —, Organographie der Pflanzen. 1898/1900.

23. Goethart: Beiträge zur Kenntnis des Malvaceenandroeceums. Bot. Ztg. 1890. **48.**

24. Gray, A.: Diagnostic characters of new species of Phanerogamous plants. Mem. of the Am. Acad. of Arts and Sc. N. S. 1857. **6.**

25. Haacke, Über numerische Variation typischer Organe und korrelative Mosaikarbeit. Biol. Centralbl. 1896. **16.**

26. Hayata, Contributions to the Flora of Mt. Morrison. Tok. Bot. Mag. 1906. **20.**

27. —, Materials for a flora of Formosa. The journ. of the coll. of Sc., imper. univ. of Tok. 1911/12. **30.**

28. Henslow, The varieties of Paris quadrifolia. Mag. of nat. hist. 1832. **5.**

29. Höveler, W., Über die Bedeutung des Humus bei der Ernährung chlorophyllführender Pflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot. 1893. **24.**

30. Hoffmann, G. F., Hortus mosquensis. Moskau. 1808.

31. Jensen, A., Caltha palustris Lidt Variationsstatistik. Flora og Fauna. Silkeborg. 1914.

32. Johannsen, W., Elemente der exakten Erblichkeitslehre. Jena. 1909.

33. Irmisch, Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Pflanzen. VI. Abh. d. nat. Ges. Halle. 1856.

34. Kautz, Schutzwald. Berlin. 1912.

35. Kinzel, W., Frost und Licht als beeinflussende Kräfte bei der Samenkeimung. Stuttgart. 1913.

36. Kocbek, Bildungsabweichungen von Paris quadrifolia. Öst. bot. Centralbl. 1888. **38.**

37. Koch, A., Über die Einwirkung des Laub- und Nadelwaldes auf den Böden. Centralbl. f. Bakt. 1914. **41.**

38. Körnicke, Zweiter Beitrag zur Flora der Provinz Preußen. Schr. d. kgl. phys.-ök. Ges. Königsberg. 1864. **5.**

39. Knuth, Enumeratio plantarum omnium hucusque cognitarum. Stuttgart und Tübingen. 1850.
40. Ledebour, Monographia generis Paridum. Dorpat. 1827.
41. —, Icones plantarum floram Rossicam. Cent. I. Riga. 1829.
42. —, Flora Altaica. 1830. **2.**
43. —, Flora Rossica. 1853. **4.**
44. Lehmann, Kleine variationsstatistische Untersuchungen. Zeitschr. f. indukt. Abst. 1913. **9.**
45. Léveillé, Nouvelles contributions à la connaissance des Liliacées, Amarylli dacées, Iridacées et Hemodoracées de China. Mem. de Pontif. Acad. Rom. dei Nuov. Linc. 1906. **24.**
46. —, Neue Parisarten in Repert. nov. spec. Bd. 3, 6, 7, 9, 11, 12. 1906—12.
47. Ludwig, Über Variationskurven und Variationsflächen der Pflanzen. Bot. Centralbl. 1895. **64.**
48. —, Weiteres über Fibonaccikurven. Bot. Centralbl. 1896. **68.**
49. —, Beiträge zur Phytarithmetik. Ebenda. 1897. **71.**
50. —, Über Variationskurven. Ebenda. 1898. **75.**
51. Lüscher, Floristisches aus dem Kanton Aargau. Deutsche bot. Monatsschr. 1887. **5.**
52. Magnin, Les variations foliaires et florales du Paris quadrifolia. Ann. de la soc. bot. d. Lyon. 1905. **30.**
53. Müller, Befruchtung der Blumen durch Insekten. 1873.
54. Pampanini, Le plante vascolari raccolte del Rev. P. C. Silvestri etc. Nuovo Giorn. bot. Ital. 1910. **17.**
55. Peklo, Die endophystischen Mykorrhizen nach neuen Untersuchungen. Akad. des sc. des l'emp. Franç. Jos. I. Bull. intern. 1908. **13.**
56. Penzig, Pflanzenteratologie. Bd. 2. Genua. 1894.
57. Pluskal, Beiträge zur Teratologie und Pathologie der Vegetation. Öst. bot. Wochenbl. 1852. **2.**
58. Ramann, Bodenkunde. Berlin. 1905.
59. Reinöhl: Die Variation im Androeceum der Stellaria media. Bot. Ztg. 1903. **61.**
60. Schatz, Beiträge zur Biologie der Mykorrhiza. Diss. Jena. 1910.
61. Schlicht, Beitrag zur Kenntnis der Verbreitung und Bedeutung der Mikorrhizen. Diss. Berlin. 1889.
62. Scholz, Morphologie der Smilaceen. 23. Jahresber. d. niederösterr. Landesrealgym. zu Stockerau. 1887/8.
63. Schumann, Sproß- und Blütenentwicklung von Paris und Trillium. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1893. **11.**
64. Shull, Quantitative study of variation in the bracts, rays and disk. florets of Aster Shortii etc. Amer. Natural. 1902. **36.**
65. —, Place-constants for Aster prenanthoides. Ann. of Bot. 1904. **38.**
66. Stahl, Der Sinn der Mykorrhizenbildung. Jahrb. f. wiss. Bot. 1900. **34.**
67. Stark, Über die Schwankungen der Gliederzahl im Laubblattquirl von Paris quadrifolia. Ber. d. d. bot. Ges. 1915. **33.**

68. Vogler, Über die Variationskurven von Primula farinosa. Vierteljahrsschr. d. nat. Ges. Zürich. 1901. **46.**
69. —, Die Variabilität von Paris quadrifolia in der Umgebung von St. Gallen. Flora. 1903. **92.**
70. —, Neue variationsstatistische Untersuchungen an Kompositen. Jahrb. d. St. Gall. naturw. Ges. f. 1910.
71. —, Probleme und Resultate variationsstatistischer Untersuchungen an Blüten und Blütenständen. Ebenda.
72. Vöchting, Über Blütenanomalien. Jahrb. f. wiss. Bot. 1898. **31.**
73. de Vries, Eine zweigipflige Variationskurve. Arch. f. Entw. Mech. 1895. **2.**
74. —, Über Kurvenselektion bei Chrysanthemum segetum. Ber. d. d. bot. Ges. 1899. **17.**
75. —, Mutationstheorie. Leipzig. 1901.
76. Watson, Contributions to american Botany. Proceed. of the Amer. Acad. of Arts. and Sc. 1879. **14.**
77. Weisse, A., Die Zahl der Randblüten an Kompositenköpfchen in ihrer Beziehung zur Blattstellung und Ernährung. Jahrb. f. wiss. Bot. 1897. **30.**
78. Weyland, Zur Ernährungsphysiologie mykotropher Pflanzen. Ebenda. 1912. **51.**
79. Wright, Liliaceae. Journ. of the Linn. Soc.; Bot. 1903. **36.**
80. Zapalowicz, Conspectus florae Galiciae criticus. Bd. 1. Krakau. 1906.

Besprechungen.

França, C., La Flagellose des Euphorbes.

Arch. f. Protistenk. 1915. **34,** 108—132. Mit 1 Taf. u. 4 Abb. im Texte.

Im Milchsaft von Euphorbia pilulifera entdeckte David seinerzeit auf der Insel St. Maurice eine Flagellate, deren weitere Verbreitung in verschiedenen Euphorbiaceen dann von Lafont festgestellt wurde, der auch die Flagellate als Leptomonas Davidi beschrieb. In den darauffolgenden Jahren wurde dann diese Flagellose der Euphorbiaceen in den verschiedensten Tropengebieten sichergestellt. França glückte es bereits seinerzeit auch für Europa, speziell Portugal, im Milchsafte von Euphorbia peplus und Euphorbia segetalis Leptomonas Davidi nachzuweisen. In der vorliegenden Arbeit berichtet er nun ausführlich über seine Studien. Nach ihn handelt es sich um eine echte Leptomonas über deren Vermehrung und Cytologie er eingehende mit schönen Figuren belegte Angaben macht. Kulturversuche schlugen fehl, dagegen gelang es durch Einpfropfung infizierter Pflanzenteile die Krankheit auf gesunde Individuen zu übertragen, allerdings nur in seltenen Fällen (2 auf 100). Kranke Euphorbiaceen haben deutliche entweder lokale oder allgemeine Krankheitserscheinungen. Der Milchsaft wird wässerig. In Pflanzen, die ausheilen, zeigen die Leptomonaden ganz auffallende Degenerationserscheinungen. Die pathologische Rolle von Leptomonas, obwohl von manchen angezweifelt, wird von França sichergestellt. Es kommt auch dadurch, daß die Leptomonaden Milchröhren erfüllen, zu schweren örtlichen oder allgemeinen Ernährungsstörungen, die manchmal nur den Tod einzelner Zweige oder Blätter, doch auch den Tod der ganzen Pflanze bewirken können. Auffallend ist, daß in den betroffenen Milchröhren die charakteristische Stärke völlig fehlt. Bezüglich der bemerkenswerten Einzelheiten über die krankhaften Veränderungen der Pflanze sei auf die Arbeit selbst verwiesen. Franças Bemühungen, den Überträger der Leptomonaden zu finden, blieben erfolglos, obwohl alle in Betracht kommenden Hemipteren untersucht wurden. Das spricht auch gegen

die von verschiedenen Autoren gemachte Auffassung, daß bei tropischen Euphorbien Nysius und Dieuches die Überträger seien, um so mehr als man bei ihnen die Leptomonaden nie in den Speicheldrüsen, sondern nur im Darm fand. Es klafft demnach hier eine Lücke.

Ref. möchte hier bemerken, daß er auch in istrischen Euphorbien Leptomonas fand, die Euphorbienflagellose demnach wohl über das Mediterrangebiet verbreitet ist. Darüber mehr an anderer Stelle.

A. Pascher.

Pringsheim, E., Kulturversuche mit chlorophyllführenden Mikroorganismen. IV. Mitteilung: Die Ernährung von Haematococcus pluvialis Flot.

Cohns Beitr. z. Biol. d. Pflanzen. 1914. **12,** 413—434.

Die Arbeit enthält nähere Angaben über die Methode der Reinkultur, die Bedingungen der Ernährung, Schwärmerbildung und Hämatochrombildung von Haematococcus pluvialis; sie bestätigt größtenteils und erweitert die Angaben H. C. Jacobsens (Folia microbiologica **1,** 1912), dessen Versuche etwa gleichzeitig und unabhängig gemacht worden sind. Es gelang leicht die Alge in Reinkultur zu gewinnen, wenn mit gut schwärmendem Material Plattengüsse von »Salpeteragar« (2% Agar + 0,1% KNO_3 + 0,02% $MgSO_4$ + 0,02% K_2HPO_4) gemacht wurden. Für die Weiterzüchtung bewährten sich besonders Agar + 0,2% Nährstoff Heyden und Asparaginagar (0,1% Asparagin). Als anorganische Stickstoffquelle sind Nitrate und Ammoniumverbindungen, nicht aber (entgegen Jacobsens Angabe) Nitrite geeignet. Die Nährlösung darf neutral, schwach sauer oder schwach allkalisch reagieren. Steigerung des Säuregrades wirkt schädlicher als die des Alkaligehaltes. Die Alge gedeiht gut bei rein autotropher Ernährung, doch darf der Salzgehalt des Nährmediums nicht zu hoch sein. Sie ist auch mixotropher Ernährung fähig, wächst jedoch nicht bei Zufuhr organischer Stoffe im Dunkeln. Von organischen Stoffen wurden organische Säuren, höhere Alkohole, Kohlenhydrate und verschiedene Stickstoffverbindungen (Pepton, Leucin, Alanin, Glykokoll, Asparagin, Acetamid, Fleischextrakt, Eiweißkörper) geprüft. Als am günstigsten erwiesen sich Hexosen und Fleischextrakt; viele der untersuchten Körper zeigten gegenüber rein anorganischen Lösungen gar keine Wachstumsförderung.

Die Hämatochrombildung hängt von dem Gehalt des Nährsubstrats an assimilierbarem Stickstoff ab. Sie wird durch Stickstoffmangel befördert. In stickstoffreichen Nährböden kann man rein grüne Organismen erhalten, die sich in späteren Generationen (wenn sich die

Nährlösung mehr oder weniger erschöpft) rot färben. Bei Nährstoffmangel, Anhäufung schädlicher Stoffwechselprodukte (Säurebildung) oder bei Austrocknen des Substrats bilden sich Dauerzellen. Dieselben können wieder zur Schwärmerbildung angeregt werden, wenn man ihre Entstehungsbedingungen beseitigt, also wieder genügend Nährstoffe zuführt, die schädlichen Stoffwechselprodukte entfernt oder die Kultur mit Wasser übergießt. H. Kniep.

Buller, A. H. R., Die Erzeugung und Befreiung der Sporen bei Coprinus sterquilinus.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1915. (Pfefferfestschrift) **56,** 299—329.

Der Verf. teilt in dieser Studie eine Reihe ökologisch recht interessanter Einzelresultate mit, die sich bei der genauen Untersuchung der Sporenerzeugung und -befreiung von Coprinus und einigen anderen Blätterpilzen ergeben haben. Ein Teil davon ist zwar schon früher veröffentlicht worden, jedoch an für den deutschen Leser wenig zugänglichen Stellen, so daß es mancher begrüßen wird, daß die einschlägigen Tatsachen hier kurz wiederholt werden.

Die Verflüssigung der Coprinus-Fruchtkörper, die der Verf. mit Weir als Selbstverdauung auffaßt, wird in ökologischen Zusammenhang mit der Sporenbefreiung gebracht. Die Lamellen verflüssigen sich nicht ihrer ganzen Ausdehnung nach gleichzeitig, sondern der Prozeß beginnt an der Peripherie und schreitet nach dem Zentrum fort. Er fängt erst an, nachdem die Basidien der peripheren Region gereift sind und ihre Sporen abgeworfen haben und ergreift die folgenden Partien nicht eher, als bis hier ebenfalls die Abschleuderung der Basidiosporen erfolgt ist. Auch die Sporenreifung schreitet also von der Peripherie zum Zentrum fort und diejenigen Basidien, die gerade reif sind, liegen immer am äußeren Rande der Lamelle, da die ursprünglich weiter nach außen gelegenen Teile verflüssigt sind. Dadurch ist ein Herabfallen der Sporen auf den Boden gewährleistet, was nicht der Fall wäre, wenn gleichzeitig auf der ganzen Lamellenoberfläche Sporen reifen würden. Zum Unterschiede von anderen Blätterpilzen (Psalliotatypus) sind die Lamellen von Coprinus nämlich nicht geotropisch, sie sind infolgedessen meist etwas schräg gerichtet und somit würde, da außerdem die Hymenien einander parallel sind, bei simultaner Sporenentstehung leicht ein großer Teil der Sporen nicht auf den Boden ausgestreut, sondern von den benachbarten Lamellen aufgehalten werden. Die negativ geotropischen Lamellen von Psalliota und anderen Agaricineen sind keilförmig, die Hymenienflächen bilden also mit der Ver-

tikalen einen spitzen Winkel und die simultan auf der ganzen Oberfläche frei werdenden Sporen können hier ungehindert herabfallen. Coprinus sterquilinus und comatus haben nicht die großen Zystiden, die z. B. bei C. atramentarius dazu dienen, die Lamellen auseinanderzuhalten, um die ungehinderte Entwicklung der Sterigmen und Sporen zu ermöglichen. An ihre Stelle treten Verdickungen der Lamellenränder, die den gleichen Zweck erfüllen.

Die meisten Coprinusarten haben zweierlei Basidien: lange, die sich beträchtlich über die Oberfläche des Hymeniums erheben, und kurze, eingesenkte. Erstere werfen in der Abstoßungszone ihre Sporen vor den letzteren ab. Die biologische Bedeutung des Dimorphismus erblickt Verf. darin, daß auf der Flächeneinheit sich möglichst viele Basidien entwickeln können, ohne sich gegenseitig zu stören. Eine zu dichte Anordnung derselben wird durch die zahlreichen zwischengeschaltenen Paraphysen verhindert.

Kurz vor Abschleuderung der Spore wird an der Anheftungsstelle derselben am Sterigma ein kleiner Flüssigkeitstropfen abgeschieden. Vermutlich spielt dieser beim Abschleudern eine Rolle. Die Schleuderkraft ist so bemessen, daß die Sporen in horizontaler Richtung 0,1—0,2 mm fortfliegen und dann senkrecht nach unten fallen.

H. Kniep.

Michaelis, L., Die Wasserstoffionenkonzentration. Ihre Bedeutung für die Biologie und die Methode ihrer Messung.

Berlin. 1914. 210 Seiten.

Das vorliegende Werk bildet den ersten Band einer Sammlung, betitelt: Monographien aus dem Gesamtgebiete der Physiologie der Pflanzen und der Tiere. In unserer an Sammelwerken fast überreichen Zeit wird man sich fragen dürfen, ob das Erscheinen dieses neuen Unternehmens einem wirklichen Bedürfnis entgegenkommt. Das Verzeichnis der bereits zugesagten Bände zeigt, daß die Abgrenzung der einzelnen monographisch bearbeiteten Gebiete eine recht ungleiche ist. Relativ kleine Abschnitte der Physiologie wie z. B. »Die partiellen Hungerzustände« und »Die Physiologie des Blutzuckers« finden sich neben weitumfassenden Gebieten wie z. B. »Die Physiologie der Schimmelpilze«, »Der Stoffwechsel des Meeres« u. a. Ein System läßt sich in der Verteilung des gesamten Stoffes bisher nicht erkennen. Nach Ansicht des Ref. würde der in dem Geleitwort von den Herausgebern ausgesprochene Zweck des Unternehmens, die Orientierung auf dem

Gebiete der Physiologie und ihren Nachbarwissenschaften zu erleichtern, besser erreicht werden, wenn demselben von vornherein ein einheitlicher Plan zugrunde gelegt sein würde, so daß die Gesamtheit der Monographien gewissermaßen ein groß angelegtes Handbuch darstellen würde.

Das hindert natürlich nicht, daß die Einzelarbeiten, wie z. B. die vorliegende, Vortreffliches bieten können. Das Buch von Michaelis ist als theoretisches Kompendium wie als Praktikum in gleicher Weise ausgezeichnet. Schon die in den letzten Jahren sich ungemein häufende Literatur beweist, welch große Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration bei physiologischen Vorgängen zukommt.

Ausgehend vom Massenwirkungsgesetz erläutert Verf. die Dissoziation des Wassers, der Säuren und Basen, die praktisch sehr wichtige Beeinflussung der Dissoziation von Säuren durch ihre Alkalisalze, die Dissoziation amphoterer Elektrolyte, die Hydrolyse der Salze u. v. a. Die Begriffe des Dissoziationsgrades und Dissoziationsrestes werden mit Recht besonders eingehend erörtert und an der Hand einer Reihe gut gewählter Beispiele erläutert. Einen breiten Raum nimmt auch die Behandlung des isoelektrischen Punkts ein, der dank der Untersuchungen des Verf. und seiner Mitarbeiter namentlich in der Kolloidchemie eine so große Bedeutung gewonnen hat. Für die Koinzidenz des isoelektrischen Punktes mit dem Flockungsoptimum bei Kolloiden, ebenso für den isoelektrischen Punkt löslicher Eiweißkörper werden experimentelle Daten gegeben. Besonders ausführlich wird am Schluß des I. (theoretischen) Teils der Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration auf die Fermentwirkungen, namentlich auf Grund der Untersuchungen von Sörensen und des Verf. und seiner Mitarbeiter behandelt. Der II. Teil bringt Einzelheiten über die Wasserstoffzahl der verschiedenen Flüssigkeiten des lebenden Organismus: des Blutes, Gewebesafts, des Harns, der Verdauungssäfte, der Bakteriennährböden und der natürlichen und künstlichen Wässer. Im III. Teil schließlich wird eine ausführliche Anleitung zur Bestimmung der Wasserstoffzahl nach der Gasketten- und Indikatorenmethode gegeben (die Methoden der Messung der Inversionsgeschwindigkeit und der Esterkatalyse sind weggelassen, weil sie von den beiden anderen an Genauigkeit übertroffen werden). Daß der Verf. vorzugsweise die Versuchsanordnungen beschreibt über die er eigene Erfahrungen besitzt, wird man nur als einen Vorteil bezeichnen können. — Ein Abschnitt über Methoden zur Herstellung bestimmter Wasserstoffzahlen in Lösungen und einige Übungsbeispiele beschließen das Werk.

Es kann nicht die Aufgabe dieses Referats sein, den reichen Inhalt der Arbeit zu erschöpfen, die ja selbst ein Sammelreferat ist, in dem

in kurzer, aber didaktisch sehr zweckmäßiger Form die vorhandene Literatur kritisch verarbeitet ist und einige noch nicht publizierte Resultate aufgenommen sind. Wenn es auch aus der Tierphysiologie hervorgegangen ist, so kann doch auch der Botaniker daraus namentlich für Forschungen auf dem Gebiete der Stoffwechselphysiologie und verwandter Disziplinen (z. B. Bodenkunde) viele Anregungen schöpfen.

H. Kniep.

Fitting, H., Untersuchungen über die Aufnahme von Salzen in die lebende Zelle.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1915. (Pfefferfestschrift) **56**, 1—64.

Es ist eine schon öfter erwähnte paradox anmutende Tatsache, daß Salze, die zweifellos vom Protoplasten aufgenommen werden, dennoch dauernd plasmolysierend wirken. Deshalb ist gelegentlich, z. B. von Berthold, vermutet worden, daß die Salze die Plasmapermeabilität nicht unverändert lassen, und Ref. hat auf die Verringerung der anfänglichen Permeabilität für Salze (Jahrb. f. wiss. Bot. **55**, 458) und für Zucker (ebenda, **50**, 288 f.) im plasmolytischen Zustande hingewiesen.

In der interessanten und wichtigen vorliegenden Arbeit untersucht Verf. diese bedeutungsvollen Fragen auf Grund verfeinerter und sehr bemerkenswerter Methoden. Er beschränkt sich zunächst auf ein einziges zu genauen Messungen besonders geeignetes Objekt, Epidermiszellen des Blattes von Tradescantia discolor, dessen Eigentümlichkeiten er, um nicht nur methodische, sondern auch spezifische und individuelle Fehlerquellen zu vermeiden, sehr genau studierte. Für die Einzelheiten der Methodik muß auf das Original verwiesen werden; hier sei nur erwähnt, daß die Geschwindigkeit des Eindringens während viel kürzerer Zeitabschnitte als bisher ermittelt wurde; als Maßstab dafür wurde meist die Geschwindigkeit des Rückganges der Plasmolyse während der sukzessiven Zeitintervalle oder die Veränderungen der plasmolytischen Grenzkonzentrationen unter eventueller Berücksichtigung von Exosmosevorgängen benutzt. Der Rückgang der Plasmolyse bis zu einem solchen Grade, wie er in Vergleichsversuchen mit schwächeren, fein abgestuften Konzentrationen beobachtet war, wurde als Kennzeichen dafür benutzt, daß die Differenz der Salzkonzentrationen aufgenommen war. Die Art und Weise dagegen, wie Lepeschkin und Tröndle die plasmolytische Methode zur Bestimmung der Permeabilität benutzten, wird als nicht einwandsfrei und irreführend bezeichnet, was Verf. bei späterer Gelegenheit näher begründen will.

So findet der Verf., daß bei KNO_3 schon nach 15 Minuten der Höhepunkt der Plasmolyse infolge Aufnahme des Salzes überschritten

wird; dieses letztere bewirkt aber bald eine langsame Abnahme der Durchlässigkeit, die nach 12 bis 24 Stunden nahezu Null wird. Das alles wird quantitativ genau verfolgt und in Kurven übersichtlich dargestellt. Während die Jahreszeit großen Einfluß auf die Permeabilität hat, haben Laboratoriumsluft, Verwundung, Aufenthalt im Wasser und Lichtschwankungen so gut wie gar keinen. (Für Tröndles Hauptobjekte, speziell die Palisadenzellen des Blattes von Buxus sempervirens scheinen die Verhältnisse übrigens etwas anders zu liegen, da Ref. durch Nachuntersuchung die von diesem Forscher festgestellte Abhängigkeit der Durchlässigkeit vom Beleuchtungszustande bestätigen könnte; freilich wäre hierzu die vom Verf. in Aussicht gestellte Revision der Methode der Permeabilitätskoëffizienten abzuwarten.)

Zellen, die vor der Plasmolysierung in hypotonischen Salzlösungen gelegen haben, erreichen viel später den plasmolytischen Höhepunkt als nicht vorbehandelte, und es geht in ihnen auch die Deplasmolyse in Wasser sehr viel rascher zurück. Es handelt sich hierbei entweder um eine Herabsetzung der Salzpermeabilität der Zellmembran durch das Salz oder der Plasmahäute auch für Wasser.

K-Salze permeïeren ebenso rasch wie Na-Salze; Li-Salze dagegen viel schwächer, wobei auch die Anionen von Einfluß sind; gar nicht dringen ein: Mg-, Ba- und in der Regel auch nicht Sr-Salze. Die Salzspeicherung braucht nicht bis zum Gleichgewichtszustand mit der Außenlösung fortzuschreiten.

Zum Schluß sei dem Ref. mit Rücksicht auf eine Erwähnung seiner nur für die Kolloide aufgestellten Ultrafiltertheorie verstattet, bezüglich des Verhältnisses derselben zur Frage der anorganischen Salze auf seine Ausführungen in Jahrb. f. wiss. Bot., **54,** 438 ff. hinzuweisen.

Ruhland.

Copeland, E. B., Über das Saftsteigen.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1915. (Pfefferfestschrift) **56,** 447—459.

Der Verf. bespricht mit einer Kürze, die es von vornherein sehr schwierig macht dem Gegenstand gerecht zu werden, die seit seinem Sammelreferat (Bot. Gaz. 1902, vol. 34) erschienene Literatur über die Mechanik der Wasserbewegung. Er ist nach wie vor überzeugt, daß der Druck der Atmosphäre beim Saftsteigen unentbehrlich ist und die Wasserhebung besorgt. Einige Experimente mit 2 bis 10 Meter langen Lianensprossen, die der Verf. beschreibt, lassen sich nicht gut in Kürze wiedergeben. Der Filtrationswiderstand der Stämme wird viel geringer gefunden als frühere Untersucher beobachtet haben. Das ist aber gar nicht überraschend, weil Lianen doch sehr weite Gefäße zu haben

pflegen und die früheren Autoren mit ganz anders beschaffenen Objekten gearbeitet haben. Daß der hydrostatische Druck, den das Wasser in einem Lianenstamm ausübt, niedriger ist als der Druck einer gleich hohen Wassersäule in einer Glasröhre, ist ebenfalls zu erwarten, wegen des Vorkommens von Luftblasen in den Wasserfäden. Aber der Verf. zieht daraus einen merkwürdigen Schluß: wenn die beiden Enden eines ausgeschnittenen Stammstückes durch Vermittlung einer wassergefüllten Röhre miteinander in Verbindung gebracht werden, dann soll bei vertikaler Stellung des Systems dauernd ein Wasserstrom fließen, der im Stamm, auch im toten, auf- und in der Glasröhre absteigt; also das schönste Perpetuum-mobile erster Ordnung. Die drei Experimente, die dieses physikalische Wunder dartun sollen, sind ungenau beschrieben und noch weniger genau analysiert. O. Renner.

Kniep, H., Über den Gasaustausch der Wasserpflanzen. Ein Beitrag zur Kritik der Blasenzählmethode.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1915. (Pfefferfestschrift) **56,** 460—509.

Man hat die Blasenzählmethode öfter zu quantitativen Untersuchungen über die Assimilation von Wasserpflanzen verwendet auf Grund der Annahme, daß die Assimilationsgröße der Blasenzahl, also der Menge des aus den Interzellularen austretenden Gases proportional sei. Es fehlte allerdings nicht an Hinweisen darauf, daß die Zusammensetzung des ausgeschiedenen Gasgemisches je nach den Bedingungen verschieden sei, aber eine eingehende Untersuchung dieser Verhältnisse stand aus und wird jetzt vom Verf. mitgeteilt. Zur Analyse wurde der Kroghsche Apparat verwendet, der noch 3 cmm Gas bequem zu analysieren gestattet. Objekt ist Helodea canadensis.

Der Sauerstoffgehalt der Blasen ist nun tatsächlich schwankend, und zwar um so höher, je stärker die Blasenabgabe ist; bei schwacher Blasenbildung kann er um 30% (auf den Sauerstoffgehalt bezogen; bei Beziehung auf den Gesamtgasgehalt, $CO_2 + O_2 + N_2$, um 10%) geringer sein als bei starker. Bei Veränderung der Lichtintensität nimmt also die Blasenzahl langsamer zu und ab als die Assimilationsgröße; bei konstanter Beleuchtung ist auch das Verhältnis zwischen Sauerstoff und Stickstoff konstant. Die physikalische Ursache der Erscheinung ist nach den sorgfältigen Überlegungen des Verf.s die folgende: Der Gasstrom, der infolge der Sauerstoffausscheidung sich durch die Interzellulargänge zur Schnittfläche bewegt, reißt aus den Interzellularen dauernd mit dem Sauerstoff auch Stickstoff nach außen. Dieser Stickstoff muß durch Diffusion bzw. Evasion aus dem Wasser ersetzt werden,

und im dynamischen Gleichgewicht, wenn ebensoviel Stickstoff aus dem Wasser in die Interzellularen sich ausscheidet als aus der Schnittfläche austritt, muß das Diffusionsgefälle zwischen Wasser und Interzellularen um so steiler, also der N_2-Druck in der Binnenluft um so niedriger sein, je größer die absolute Menge des austretenden Stickstoffs ist, und somit auch, je stärker die Assimilation ist. In einem Versuch wurde durch Verminderung der Lichtintensität auf die Hälfte die absolute Menge das abgegebene N_2 auf weniger als die Hälfte vermindert, der N_2-Gehalt der Blasen dagegen von 60,3 % auf 69,4 % gesteigert.

Natürlich tritt nicht aller Sauerstoff, der bei der Assimilation sich bildet, in Blasenform aus der Schnittfläche aus. Ein anderer Teil verläßt die Oberfläche der Pflanze und geht ins umgebende Wasser über. Das ist auch dann möglich, wenn das Wasser vor dem Beginn der Assimilation gegenüber der Atmosphäre mit O_2 gesättigt ist, weil der Sauerstoff in den Interzellularen ja unter einem höheren Druck steht als in der Atmosphäre. Um die gesamte Größe der Assimilation kennen zu lernen, muß man also außer dem Volumen und dem Sauerstoffgehalt des in Blasenform ausgeschiedenen Gases auch die Zunahme des O_2 im Wasser bestimmen.

Über den Einfluß der Wasserbewegung auf die Blasenabgabe waren in der Literatur einander genau widersprechende Angaben zu finden. Der Verf. zeigt, daß Konvektionströme im Wasser die Blasenausscheidung herunterdrücken oder steigern können, je nach den Bedingungen. Ist das Wasser mit Gasen übersättigt, was für frisches, nicht abgestandenes Leitungswasser im Zimmer stets gilt, dann tritt ein von der Assimilation unabhängiger »physikalischer« Blasenstrom auf, der nicht an Beleuchtung und nicht an das Leben der Pflanze gebunden ist; in einem Fall war die Erscheinung an einem abgetöteten Helodeasproß nicht weniger als 15 Tage lang zu beobachten. Dieser physikalische Blasenstrom wird durch Bewegung des Wassers gefördert, weil die Bewegung stärker übersättigtes Wasser an Stelle des schon gasärmer gewordenen mit der Oberfläche der Pflanze in Berührung bringt. Ist dagegen das Wasser nach seinem Gasgehalt im Gleichgewicht mit der Atmosphäre, so kommt der Blasenstrom allein durch die Assimilation zustande. In ruhigem Wasser reichert die Umgebung der Pflanze sich mit Sauerstoff an. Durch Bewegung wird diese O_2-reiche Hülle weggespült, und nun tritt von dem in der assimilierenden Zellen gebildeten Sauerstoff verhältnismäßig mehr nach außen, weniger in die Interzellularen, ja es wird sogar O_2 aus den Interzellularen nach außen diffundieren. So erniedrigt sich der Druck in der Binnenluft, und die Blasenausscheidung wird für einige Zeit vermindert oder auch ganz unterdrückt.

— Wegen des physikalischen Blasenstroms muß die Blasenzählmethode bei Untersuchungen über den Einfluß der CO_2-Konzentration auf die Assimilation mit besonderer Kritik gehandhabt werden.

Wenn der Assimilationsblasenstrom durch Verdunkelung sistiert ist, setzt er bei Wiederbeleuchtung nicht augenblicklich wieder ein, sondern nach einiger Zeit, wenn der Überdruck in den Interzellularen die erforderliche Höhe wieder erreicht hat, und das geschieht um so später, je länger die Verdunkelung gedauert hat. Bei plötzlicher Abschwächung der Lichtintensität wird die Blasenzahl zunächst stark vermindert und steigt dann bis zu einer konstanten, der neuen Helligkeit entsprechenden Höhe an. Bei plötzlicher Steigerung der Helligkeit verstärkt sich der Blasenstrom für kurze Zeit bedeutend und sinkt dann wieder auf einen konstanten Wert herab. Alle diese Erscheinungen werden vom Verf. aus den physikalischen, hauptsächlich aus den Diffusionsverhältnissen lückenlos erklärt. Bei Verwendung der Blasenzählmethode zu quantitativen Studien wird man in Zukunft auch diese Erfahrungen berücksichtigen müssen.

Nach Verdunkelung von einer gewissen Dauer setzt der Blasenstrom auf Beleuchtung hin bei konstanten Bedingungen nach einer ganz bestimmten Zeit wieder ein. Nach einer Abschwächung der Helligkeit von derselben Dauer ist diese Zeit kürzer, falls bei der schwachen Lichtintensität noch eine Assimilation stattgefunden hat, die die Atmung übertrifft. Die Intensität, bei der die Zeit bis zum Wiederbeginn der Blasenausscheidung gerade ein wenig kürzer ist als nach Verdunkelung, ist also als die Helligkeit zu betrachten, bei der die Assimilation eben merkbar über die Atmung überwiegt. Mit der sinnreichen Methode ausgeführte Versuche zeigen, daß das Aufhören des Blasenstroms noch keineswegs das Aufhören der Assimilation bezeichnet und daß schwache Assimilation noch bei sehr geringer Helligkeit stattfindet.

O. Renner.

Andrews, F. M., Die Wirkung der Zentrifugalkraft auf Pflanzen.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1915. (Pfefferfestschrift) **56**, 221.

Die Arbeit bringt interessante Versuche über die Wirkung sehr hoher Zentrifugalkräfte auf Pflanzenzellen. Verf. fand eine überraschende Widerstandsfähigkeit der Zellen gegen hohe Schleuderkräfte. So verursachte das Zentrifugieren von Oscillaria princeps mit 13467 g während einer Stunde weder eine Verlagerung des Zellinhaltes, noch eine Veränderung der Wachstumsgeschwindigkeit. Auch führten diese

zarten Objekte ihre Bewegungen trotz dieser erschwerenden Umstände aus.

Weniger widerstandsfähig zeigte sich der Inhalt von Closterium moniliferum. Hier genügte eine Kraft von 1207 g, um den Zellinhalt schon nach einer Minute nach dem zentrifugalen Ende zu verlagern. Die Hautschicht aber war in keiner der untersuchten Zellen von der Wand gelöst. Nach dem Schleudern setzte eine lebhafte Protoplasmaströmung ein, die nach drei Tagen die Verlagerung ausgeglichen hatte. Licht und optimale Temperatur begünstigten diesen Ausgleich, wie Verf. für eine ganze Anzahl von Pflanzenzellen nachgewiesen hat. Von großem Interesse ist das Verhalten des Nukleolus bei der Einwirkung großer Schleuderkräfte. Waren diese groß genug, so wurde nicht nur der Kern an das zentrifugale Ende der Zelle geschleudert, sondern der Nukleolus aus dem Kern herausgeworfen. Eine Rückkehr des Nukleolus in den Kern wurde nie beobachtet. Er löste sich nach einiger Zeit auf und verschwand, während der Kern weiterlebte, ohne einen neuen Nukleolus zu bilden. Trotzdem wurden in solchen nukleolusfreien Kernen Chromosomen gebildet. Daraus schließt Verf., daß die Annahme einiger Autoren, daß der Nukleolus der Hauptträger der Vererbung sei, sich nicht halten läßt. Weiter untersuchte Verf. die Wirkung der Zentrifugalkraft auf die Kernteilung in den Zellen der Staubfädenhaare von Tradescantia virginica. Er stellte fest, daß eine Kernteilung und Wandbildung während des Zentrifugierens erfolgen kann; und zwar wirkten bei diesen Versuchen 1107 g drei Stunden lang ununterbrochen. In manchen Zellen wurde der Kern so gedreht, daß die Längsachse der Spindel nahezu quer durch die Zelle ging, die neue Wand infolgedessen beinahe in die Längsrichtung der Zelle zu liegen kam.

M. M. Riß.

Arpád v. Paál, Individuelle Abweichungen in physiologischen Reaktionen.

Math. und nat. Berichte aus Ungarn. Leipzig 1914. **30.**

In dieser ersten Mitteilung bringt Verf. die Ergebnisse seiner Untersuchungen über individuelle Abweichungen in der geotropischen Reaktionszeit. Bei seinen Untersuchungen über den geotropischen Reizvorgang mittels Luftverdünnung hatte Verf. beobachtet, daß mit der Verlängerung der Reaktionszeit auch eine Erweiterung ihres Variationsspielraums einhergeht: und zwar so, daß die kleinste individuelle Reaktionszeit wenig, die größte individuelle hingegen in hohem Maße durch verdünnte Luft verlängert wird. Dieser Befund ließ vermuten,

daß auch andere äußere Faktoren, z. B. die Temperatur, neben der Reaktionszeit auch die Stärke der individuellen Abweichungen beeinflussen.

Versuchspflanzen waren Keimwurzeln von Phaseolus vulgaris. Verf. fand eine bedeutende Beeinflussung der Abweichungen durch Temperatur und Wachstumsgeschwindigkeit. Je mehr sich die Temperatur vom Optimum entfernt, um so größer ist der Variationspielraum: bei 12° bis 13° C ist die kleinste individuelle Reaktionszeit um fünf Minuten, die größte um 100 Minuten länger als bei 22° bis 23° C. Verringert werden die Abweichungen durch Verweilen der Keimwurzeln in optimaler Temperatur vor dem Versuch und bei größter Wachstumsgeschwindigkeit, zur Zeit der großen Periode. Daraus ergibt sich: das Optimum der Reaktion ist zugleich Minimum der individuellen Abweichungen. Der vom Verf. nachgewiesene Zusammenhang zwischen individuellen Abweichungen in der geotropischen Reaktionszeit und Temperatur und Wachstumsgeschwindigkeit scheint auch für andere, durch äußere und innere Bedingungen beeinflußbare Reaktionen zu bestehen. Zur Einschränkung der Abweichungen ist es deshalb erforderlich unter günstigsten Bedingungen zu arbeiten.

M. M. Riß.

Buder, J., Zur Kenntnis des Thiospirillum jenense und seiner Reaktionen auf Lichtreize.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1915. (Pfefferfestschrift) **56,** 529—584.

Thiospirillum jenense eignet sich wegen seiner enormen Größe — bis 100 μ lang und 3,5 μ dick — besonders gut für die Untersuchung der Lichtreizbarkeit. An einem Ende des riesenhaften, schraubig gewundenen Körpers sitzt ein derbes System von Geißeln, deren Zahl Buder auf rund 20 schätzt, und die, wie bei Spirillum undula, während der Tätigkeit zu einem Schopf vereinigt sind. Die Spirillen bewegen sich im Wassertropfen lebhaft und unregelmäßig hin und her, wahrscheinlich veranlaßt durch die wechselnde Konzentration der im Wasser gelösten Gase usw. Auf plötzliche Veränderung der Beleuchtungsintensität reagieren sie sofort durch Umkehr ihrer Schwimmrichtung (»Schreckbewegung«), die sehr scharf hervortritt, weil die Thiospirillen sich mit gleicher Leichtigkeit vor- und rückwärts bewegen können. Zur Beobachtung der Geißelbewegung diente die Dunkelfeldbeleuchtung (Paraboloidkondensor) in Verbindung mit einem Lichtfilter von konzentrierter Eisensulfatlösung. Letzterer brachte einen sehr willkommenen methodischen Vorteil. Da nämlich die Schreckbewegung, wie Engelmann festgestellt hat, vor-

nehmlich auf der Wirkung der infraroten Strahlen beruht, konnte bei mittlerer Lichtintensität durch Vorschieben der Lichtfilterküvette die Schreckbewegung ausgelöst werden, ohne daß die Helligkeit des Gesichtsfeldes wesentlich herabgesetzt wurde. Bei stärkeren Lichtquellen blieb allerdings die Reaktion aus, da, wie sich herausstellte, die Purpurbakterien von einer bestimmten Lichtintensität an nicht mehr (ausschließlich) auf Verringerung, sondern nur noch auf Erhöhung der Bestrahlungsstärke reagieren. Somit konnte bei sehr starker Beleuchtung die Schreckbewegung beim Ausschalten der Küvette aus dem Strahlengang beobachtet und sogar photographisch festgehalten werden. — Die Bewegung der Geißeln läßt sich bekanntlich wegen der Schnelligkeit der Drehung, nur an den Konturen des Schwingssaums der Geißeln studieren. Dieser Saum ist bei Thiospirillen, die sich vorwärts bewegen, meist glockenförmig. Bei Rückwärtsbewegung dagegen wird die Geißel nach hinten gebogen und beschreibt um die Körperspitze einen kappenartigen Schwingungssaum. Bei Eintritt von Schreckbewegungen klappt die eine Form des Schwingungsraums »wie ein überschnappender Regenschirm«, mit einem Ruck in die andere über. — Zum Studium der Ansammlung der Spirillen in der Lichtfalle wurde mittels besonderer Methoden ein scharfes Bild eines rechteckigen Lichtspaltes in dem Gesichtsfelde entworfen. Bakterien welche in diese Lichtfalle hineingeraten waren, schwammen zuerst gradlinig zum gegenüberliegenden Rand der Falle und bewegten sich dann — unter günstigen Umständen — innerhalb der Fallenränder mit ganz auffallender Ruhe und Gleichmäßigkeit auf derselben Bahn hin und zurück. Eben wegen dieser Ruhe der phototaktischen Reaktion können die Pendelbewegungen innerhalb der Falle weder als »Schreckbewegungen«, noch als »Fluchtreaktionen« im Sinne Jennings aufgefaßt werden. Der sichtbare Erfolg des Reizes darf ferner, nach Ansicht Buders, nur in der Umschaltung der Geißeltätigkeit, nicht etwa in der Aufrechterhaltung der neuen Bewegungsweise gesehen werden. — Bei den Bewegungen innerhalb der Lichtfalle ließen sich scharfe polare Unterschiede in der Reizbeantwortung feststellen. Wenn nämlich das geißeltragende Ende beim Anfahren gegen die Schattengrenze voranging, brauchte die Grenzlinie nur wenig überschritten zu werden, um die Reaktion auszulösen, während auf der entgegengesetzten Seite der Falle, wo das geißelfreie Ende vorne war, meist der ganze Körper in den Schatten eindrang, ehe die Rückkehr einsetzte. Besondere Versuche mit teilweiser Beschattung der Thiospirillen während der Bewegung erweckten den Anschein, als ob die Lichtempfindlichkeit auf den Teil des Bakterienkörpers lokalisiert sei, welcher an das Geißelbüschel anstößt. Beobachtungen an Chromatien ließen aber diese Deutung zweifel-

haft erscheinen. Die Klärung der Verhältnisse soll durch weitere Untersuchungen erst noch herbeigeführt werden. Sicher ist jedoch, daß eine Beschattung der Geißeln alleine keine phototaktische Reaktion zur Folge hat. Hannig.

Pieper, A., Die Phototaxis der Oscillarien.

Diss. Berlin. 1915. 8°. 69 S.

Zur genaueren Untersuchung der schon seit Famintzin bekannten Phototaxis der Oscillarien, wählte Verf. zwei Formen von mittlerer Größe, Oscillatoria formosa und Phormidium autumnale. Die Stammkulturen waren zwar nicht bakterienfrei, aber doch nicht durch Protozoen, Pilze oder Algen verunreinigt. Für die Versuche in der heliotropischen Kammer wurden mehrere Fäden auf nährstoffreiche Platten von Kieselgallerte übergeimpft. Um eine geradlinige Bewegung der Fäden zu ermöglichen, mußte das Substrat völlig eben und chemisch gleichartig sein, und mußten die Kulturen unter mittleren Feuchtigkeits-, Licht- und Wärmebedingungen gehalten werden. Auch dann breiteten sich die Fäden sowohl bei Verdunkelung wie bei verschieden starker Bestrahlung in den ersten beiden Stunden vom Impffleck radienartig nach allen Seiten hin gleichartig aus. Erst nach dieser Zeit, der Reaktionszeit, konnte bei einseitiger Beleuchtung in der heliotropischen Kammer phototaktische Reaktion festgestellt werden. Die Reaktion fiel bei weißem Licht mittlerer Intensität positiv aus, bei stärkeren Intensitäten des Sonnen- und Tantallichtes negativ. Innerhalb einer gewissen, dazwischenliegenden optimalen Zone, stellten sich die Fäden nach einiger Zeit senkrecht zur Lichtrichtung. Bei Prüfung der verschiedenen Strahlen des Spektrums, für die Verworn keinen Unterschied hatte feststellen können, wurde folgendes gefunden: Rot und gelb wirken bei hoher und geringer Intensität stark phototaktisch, zeigen bei einer gewissen mittleren Bestrahlungsstärke die oben erwähnte Senkrechtstellung der Fäden, aber auffallenderweise unter keinen Umständen negative Phototaxis. Bei schwachem grünem Licht bewegen sich die Fäden zur Lichtquelle hin, bei starkem fliehen sie nach der entgegengesetzten Seite, ohne aber bei dazwischenliegender Intensität die Querstellung einzunehmen. Blaues Licht wirkt (vielleicht mit Ausnahme ganz schwacher Lichtgrade), negativ phototaktisch. — Es wurde schon erwähnt, daß die Reaktionszeit annähernd zwei Stunden beträgt. Genauere Bestimmungen für verschiedene Lichtintensitäten usw. sind nicht ausgeführt worden. Die Präsentationszeit liegt bei mittlerer Intensität des Tantallichtes zwischen 5 und 10 Minuten, bei schwächerer Intensität des diffusen Tageslichtes zwischen 8 und 17

Minuten. — Einen Versuch führt schließlich Verf. an, der die Frage entscheiden soll, ob Lichtrichtung oder Helligkeitsdifferenz die Orientierung der Fäden bedinge: Oscillarienkolonien waren 1,50 m von einer Tantallampe entfernt im Dunkelzimmer aufgestellt, die Kulturschalen gegen den Lichteinfall geneigt. Bei dieser Stellung der Platten konnte mittels photographischer Methoden kein Unterschied in der Intensität der Beleuchtung des vorderen und hinteren Plattenrandes festgestellt werden. Da trotzdem die Fäden nach der Lichtquelle zuwanderten, wird die Lichtrichtung als der maßgebende Faktor betrachtet. Die Beweiskraft dieser Versuche scheint Ref. aber nicht einwandfrei zu sein. So lange bei der gewählten Versuchsanordnung noch eine Lichtrichtung empfunden werden kann, müssen auch, wie sich aus physikalischen Erwägungen ergibt, Helligkeitsdifferenzen vorhanden sein, selbst wenn solche nicht mehr auf photographischem Wege nachgewiesen werden können. Bei Taxieen pflegen ja, wie die Chemotaxis zeigt, auch minimale Konzentrationsgefälle wirksam zu sein. Hannig.

Krones, F. E., Einfluß des Lichtes auf den Geotonus.

Sitzgsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. in Wien, Mathem.-naturw. Klasse. 1914. **123.** I.

Verf. hatte durch Vorversuche ermittelt, daß bei gleicher geotropischer Induktion die Anzahl der gekrümmten Licht- und Dunkelkeimlinge von Avena sativa eine verschiedene ist. Bei den Hauptversuchen variierte er die Dauer und die Intensität der Vorbelichtung; und zwar belichtete er mit 125, 250 und 500 M.-K. während $^1/_2$, 1 und 2 Stunden. Die Keimlinge rotierten auf einem Pfefferschen Klinostaten schräg unterhalb der Lichtquelle, so daß eine gegenseitige Beschattung ausgeschlossen war. Es ergab sich eine Verminderung des Prozentsatzes gekrümmter Keimlinge durch die Vorbelichtung; und zwar krümmten sich um so weniger, je länger die Vorbelichtung andauerte und je intensiver sie war.

Aus diesen Befunden schließt Verf. auf eine Veränderung des Geotonus durch das Licht.

Weitere Versuche mit kürzerer Vorbelichtungsdauer, als die von dem Verf. gewählten, besonders unter Berücksichtigung der Arbeiten von K. Noack, Arisz und E. Vogt wären zur Erweiterung und Befestigung der Befunde sehr erwünscht. M. M. Riß.

Linsbauer, K., Zur Kenntnis der Reizleitungsbahnen bei Mimosa pudica.

Ber. d. bot. Ges. 1914. **32,** 609—621.

Verf. hat die Fortleitung des Wundreizes untersucht. Vor allem hat er an Wasserkulturen durch rasch wirkende Gifte das Wurzelsystem getötet und die Reizleitung von diesem nach oben verfolgt. Er konnte einwandfrei dartun, daß unter diesen Umständen die Reizleitung im Gefäßteil erfolgen kann. Aber auch basipetal schreitet ein Wundreiz über völlig entrindete Stengelteile fort und es zeigt sich weiter, daß basipetale wie akropetale Reizleitung ohne Siebteil nicht langsamer erfolgt wie mit diesem. — Im Anschluß an diese wichtigen Ergebnisse sucht Verf. an der Hand der vorliegenden Literatur, insbesondere der Arbeiten von Pfeffer, Haberlandt und Fitting zu zeigen, daß möglicherweise alle Reizleitung im Gefäßteil, speziell in den Tracheiden (nicht in den Gefäßen) stattfinden kann, daß wenigstens ein wirklicher eindeutiger Beweis für Reizleitung in den Schlauchzellen oder den Siebröhren nicht vorliegt. Jost.

Eckerson, S., Thermotropism of roots.

Bot. Gaz. 1914. **58,** 254—263.

Die Wurzeln von Raphanus sativus und Pisum sativum wurden in einem Zinkbehälter von 20 inches Länge in sterilisiertem Torfmoos erzogen. Durch einseitige Abkühlung und durch Erwärmung der anderen Seite des Behälters war für den nötigen Temperaturabfall von 51 bis 7^0 C gesorgt. Verf. erhielt bei Raphanus zwischen 7 und 15^0 positive, 16 bis 23^0 keine, 24 bis 36^0 C wieder positive, endlich bei 38 bis 51^0 negative Krümmungen. Pisum ergab Ähnliches.

Nun wurde untersucht, wie sich die Permeabilität des Protoplasmas bei verschiedenen Temperaturen verhält. Sie nahm bei Raphanus für KNO_3 von 10 bis 14^0 zu, blieb konstant zwischen 18 und 24^0, nahm weiter zu von 24 bis 40^0 und nahm schließlich ab von 40 bis 50^0. Da hier und bei den anderen Pflanzen die Wendepunkte der thermotropischen Reaktion mit denen der Permeabilitätsänderung ungefähr zusammenfallen, zieht Verf. den sehr weitgehenden Schluß, daß der Thermotropismus keine Reizbewegung sei, sondern eine Bewegung, die mechanisch durch einseitigen Turgorverlust zustande kommt.

Man vermißt eingehende Angaben über den Umfang und die Genauigkeit der Experimente, die zu der wenig wahrscheinlichen Abhängigkeitskurve der Permeabilitätsänderung von der Temperatur geführt haben. Und besonders wenn man die neuesten Mitteilungen Fittings über Permeabilitätsänderung liest, wird man den Behauptungen der Verf. recht skeptisch gegenüber stehen.

Vor kurzem hat Hooker (Plant world **17**, 1914) nach Ansicht des Ref. einwandfrei gezeigt, daß die sogenannten thermotropischen Krümmungen der Wurzeln hydrotropische sind. Verfasserin bemerkt zu dieser Arbeit in lapidarer Kürze: »the methods of experimentation used are subject to criticism and the conclusions are erroneous« — also genau das, was wir von ihrer Studie sagen müssen. Jost.

Newcombe, F. C., Das Verhalten der Windepflanzen in der Dunkelheit.

Jahrb. wiss. Bot. 1915. (Pfefferfestschrift) **56**, 511—528.

Ähnlich wie bei dem früher vom Verf. untersuchten Asparagus plumosus, hört auch bei weiteren fünf Windepflanzen das Winden in der Dunkelheit auf; nur bei Ipomoea purpurea wurde es 20 Tage lang im Dunkeln fortgesetzt. Die Versuche wurden so eingerichtet, daß der Hauptteil der Pflanze am Licht assimilieren konnte, und dementsprechend zeigte die allein verdunkelte Spitze auch keine Wachstumshemmung. Sie reagierte auch noch gut negativ geotropisch, aber sie gab nach kürzerer oder längerer Zeit, meist nach wenigen Tagen, die Windebewegung auf und wuchs senkrecht neben der Stütze in die Höhe. Ebenso rasch wie es schwindet, beginnt auch nach Beleuchtung das normale Winden wieder.

Diese Ergebnisse sind insofern etwas überraschend, als man auf Grund älterer Angaben eher eine fördernde Wirkung der Dunkelheit auf die Windebewegung hätte erwarten können; haben doch Sachs und später Noll (Bot. Ztg., 1885, Sp. 664) gefunden, daß etiolierte Exemplare sonst nicht windender Pflanzen wie Tropaeolum majus, Polygonum Fagopyrum und Brassica winden können. Jost.

Miehe, H., Beiträge zum Windeproblem.

Jahrb. wiss. Bot. 1915. (Pfefferfestschrift) **56**, 668—688.

Das Hauptresultat dieser Abhandlung ist die Beobachtung, daß Akebia quinata, abweichend von der Mehrzahl der Windepflanzen auch an völlig horizontalen Stützen zu winden vermag. Verf. schildert den Verlauf der Windungen unter solchen Umständen an der Hand von genauen Aufnahmen. Es zeigt sich, daß gelegentlich ein Abgleiten des Stengels von der Stütze stattfindet, daß aber im allgemeinen das Winden in recht regelmäßiger Weise erfolgt, ungefähr ebenso wie an aufrechter Stütze. Jedenfalls sind die fertigen Windungen von normalen Windungen nicht zu unterscheiden. Daß letztere bestimmt ohne die Schwendenerschen Greifbewegungen zustande kommen, wird nebenbei erwähnt.

Von Interesse ist der Nachweis, daß das horizontale Winden nicht etwa durch einseitige Beleuchtung bedingt ist und daß es auch auf dem Klinostaten, also »unter Ausschluß einseitiger Schwerewirkung« erfolgt. Im letzteren Fall waren freilich die Windungen abnorm steil, und es scheint, daß eine längere Zeit zu ihrer Bildung nötig war als sonst. Bei Akebia ist übrigens die horizontale so ziemlich das äußerste Extrem der geneigten Stütze, die noch umschlungen werden kann. Schon 15° unter der Horizontalen hört alles Winden auf. Alle anderen untersuchten Windepflanzen zeigten das typische, bekannte Verhalten: sie winden um geneigte Stützen höchstens etwa bis zu einem Winkel von 45°.

Im Anschluß an die Beobachtungen macht dann Verf. einige Bemerkungen allgemeinerer Art über das Winden, mit der Absicht darzutun, daß das Winden nicht die Folge der rotierenden Nutation des Gipfels sei, vielmehr diese letztere durch das Winden bedingt. An der Begründung dieser Auffassung wurde der Verf. durch den Kriegsausbruch verhindert. Es dürfte sich lohnen, diese Anschauung zur Grundlage weiterer Studien zu machen. Jost.

Sierp, H., Die Internodientorsionen der Pflanzen mit dekussierter Blattstellung.

Jahrb. f. wiss. Bot. 1915. **55**, 343—408.

Unsere bislang recht spärlichen Kenntnisse von den Faktoren, die die Torsionen der Internodien bedingen, werden durch die vorliegende Arbeit in erfreulicher Weise gefördert. Bekanntlich hat de Vries vor längerer Zeit gezeigt, daß bei Sprossen mit dekussierter Blattstellung die Entfernung des oberen Blattes am Ende des noch nicht tordierten Internodiums, nicht aber die des unteren die Torsion verhindert und daraus geschlossen, daß das durch das obere Blatt ausgeübte mechanische Moment die Ursache der Drehung ist. Verf. bestätigt dieses Versuchsergebnis, aber nicht die Schlußfolgerung. In der Tat zeigt sich, daß das mechanische Moment eine ganz untergeordnete Rolle spielt. Von den vielfach modifizierten Versuchen, die das zeigen, sei hier nur der eine erwähnt: Abschneiden des oberen Blattes und Ersatz desselben durch ein gleichgroßes Gewicht. Es tritt dann keine Torsion ein. Um sie bei dieser Anordnung zu erzielen, muß das Ersatzgewicht mindestens das doppelte, bei einigen Objekten sogar das 4- bis 5fache betragen. Man ersieht hieraus und aus anderen Versuchen, daß das Übergewicht des oberen Blattes kaum in Frage kommt.

Einen ausschlaggebenden Einfluß übt dagegen das Licht aus. Im

Dunkeln tritt, entgegen den Angaben Franks, bei horizontal gestellten Zweigen keine Drehung ein. Sie bleibt auch aus, wenn horizontale Zweige diffus beleuchtet werden. Die Schwerkraft allein kann also jedenfalls den Drehvorgang nicht auslösen. Dazu ist vielmehr immer einseitige Beleuchtung nötig. Die die Torsion bedingende Perzeption des Lichts scheint ausschließlich in den über dem Internodium liegenden Blättern lokalisiert zu sein, wenigstens wird die Drehung durch Verdunkelung des Internodiums in keiner Weise beeinträchtigt. Von besonderem Interesse ist nun die Feststellung, daß das Internodium nur tordiert, wenn die Unterseite eines der beiden Blätter stärker vom Licht getroffen wird als die Oberseite. Stärkere Beleuchtung der Oberseite verhindert die Drehung; was erfolgt, wenn beide Seiten gleich stark beleuchtet werden, wurde nicht untersucht. Bei einigen Hypericaceen, die Verf. als geeignete Versuchsobjekte erkannt hat, ist es ganz gleichgültig, welche Lage die einseitig beleuchteten Sprosse haben. Die Internodiendrehung tritt immer ein, ob sie nun aufrecht stehen oder, horizontal liegend, von oben, unten oder von einer Seite beleuchtet werden. Es muß nur dafür gesorgt werden, daß nicht die Oberseite des in Frage kommenden Blattes zu viel Licht empfängt. Auch am gleichmäßig rotierenden Klinostaten bleibt bei einseitiger Beleuchtung die Drehung nicht aus. Was die Lichtrichtung anlangt, so ist ein senkrechter Lichtauffall auf die untere Blattseite nicht erforderlich. Der Versuch gelingt auch bei schräger Beleuchtung.

Philadelphus und vermutlich noch andere Objekte unterscheiden sich von den untersuchten Hypericaceen dadurch, daß bei Beleuchtung horizontalliegender Sprosse von unten oder von der Flanke die Torsion unterbleibt. Es ist also hier durchaus nicht gleichgültig, ob von den beiden horizontalen, dem Sproß noch anliegenden Blättern am Ende des jungen, noch ungedrehten Internodiums die morphologische Unterseite des oberen oder die des unteren vom einseitigen Licht getroffen wird. Im ersteren Falle tritt Drehung ein, im zweiten nicht. Hier wirkt also vermutlich die Schwerkraft irgendwie mit. Verf. diskutiert zwei Möglichkeiten: »Es könnte dabei die Schwerkraft in dem oberen Blatt erst diese Aufnahmefähigkeit (für den Lichtreiz. Ref.) hervorrufen, es könnte aber auch sein, daß beide Blätter an und für sich in gleicher Weise zur Aufnahme des Reizes befähigt sind, daß indes im unteren Blatte dadurch, daß dieses in umgekehrter Richtung von der Schwerkraft durchdrungen wird, die Aufnahmefähigkeit für den Reiz ausgelöscht oder doch herabgesetzt wird« (S. 389). Auf Grund folgenden Versuchs entscheidet sich Verf. für die zweite Möglichkeit: Auch an vertikalen Philadelphussprossen läßt sich die Torsion erzielen, wenn man durch

geeignete Maßnahmen die dorsalkonvexe Krümmung des unterseits beleuchteten Blattes verhindert. Hier kann natürlich von oberem und unterem Blatte nicht gesprochen werden. Was es aber bedeuten soll, daß, wie Verf. sagt, die Blätter im letzten Versuch eine zur Schwerkraft »indifferente« Lage einnehmen, ist dem Ref. nicht recht klar. Die Lage senkrecht nach oben, die die jungen Blätter einnehmen, ist doch offenbar eine geotropische Reizlage ebenso wie die inverse Horizontallage des oberen Blattes bei einem horizontalen Sproß. Das untere Blatt des letzteren befindet sich dagegen anscheinend nicht in einer geotropischen Reizlage. Es liegt daher wohl am nächsten, anzunehmen, daß der Unterschied im Ausfall der beiden Versuche hierauf beruht.

Die ganze Frage, ob und wie die Schwerkraft beim Drehprozeß mitwirkt, bedarf noch der Aufklärung. Verf. neigt der Annahme zu, daß die Schwerkraft sich nicht an dem Vorgang beteiligt und sagt: »Die hier in Frage stehenden Torsionen, auch bei Philadelphus, sind aller Wahrscheinlichkeit nach rein heliogene« (S. 401). Entscheidende Versuche hierfür sind indessen noch nicht beigebracht. Insbesondere wäre es nicht ganz ausgeschlossen, daß irgendein Zusammenwirken von Licht und Schwerkraft auch bei Hypericaceen vorliegt. Versuche mit dem gleichmäßig rotierenden Klinostaten können natürlich nicht viel sagen, da sie eben geotropische Reaktionen dorsiventraler Organe nicht verhindern. — Auch Auto- (oder Geo-?) Epinastie spielt, wie Verf. zeigt, mit, da die Abhebung der Blätter vom Sproß auch stattfindet, wenn die Medianebene derselben horizontal liegt.

Ein Schlußabschnitt beschäftigt sich mit den Blattstieltorsionen. Entgegen Schwendener und Krabbe wird gezeigt, daß diese durch einseitige Beleuchtung auch am gleichmäßig rotierenden Klinostaten bei geeigneter Versuchsanstellung erzielt werden können. Auch bei Verdunkelung des Stiels und Gelenks können sie eintreten.

Möchte es bald gelingen auch die noch so wenig bekannte Mechanik der Torsionen aufzuklären! H. Kniep.

Verworn, M., Erregung und Lähmung.

Jena 1914. 304 S. mit 113 Textabb.

In der bekannten, anregenden Darstellungsweise behandelt der Verf. in dem vorliegenden Buche die Reizerscheinungen vom allgemein-physiologischen Standpunkte aus. Es handelt sich nicht um ein Sammelreferat, in dem die Ergebnisse der zahlreichen, auf dem Gebiete erschienenen Einzeluntersuchungen aneinandergereiht und kritisch gewürdigt werden, der Verf. bemüht sich vielmehr, auf Grund der Anschauungen, die er

sich namentlich aus eigenen Arbeiten und denen seiner Schüler gebildet hat, ein abgerundetes Bild der Erregungs- und Lähmungserscheinungen zu entwerfen und zu einigen allgemeingültigen Leitsätzen zu gelangen.

Im ersten Kapitel wird eine kurze historische Einleitung gegeben. Daran schließen sich prinzipielle Erörterungen über die wissenschaftliche Analyse und den Begriff des Reizes. Wie aus anderen Schriften des Verf.s bekannt, bekennt er sich zu der von ihm so genannten »konditionalen« Betrachtungsweise, die den Begriff der Ursache verwirft und in dem Satz der »effektiven Äquivalenz der Bedingungen« gipfelt. Die Frage nach der Ursache eines Geschehens erscheint danach zwecklos und Verf. verspricht sich von der konsequenten Durchführung des Konditionalismus eine wesentliche Förderung der wissenschaftlichen Forschung und Denkweise. Ob das der Fall sein wird, erscheint dem Ref. zweifelhaft; denn in Wirklichkeit hat wohl auch bisher kein Physiologe bezweifelt, daß jedes Geschehen von vielen Bedingungen abhängig ist. Wenn trotzdem aus bestimmten Gründen (die verschiedener Art sein können) eine davon als »die Ursache« herausgehoben wird, so braucht das für die systematische Forschung und für die didaktische Behandlung der Wissenschaft kein Nachteil, es kann vielmehr ein großer Vorteil sein. Denn tatsächlich sind die verschiedenen Bedingungen eben nicht gleich, sondern sehr verschiedenwertig, wenn sie auch alle notwendig sind. — Die folgenden Kapitel behandeln: die spezielle Charakteristik der Reize (Reizqualitäten, Reizintensität, zeitlicher Verlauf der Reize), die allgemeinen (primären und sekundären) Reizwirkungen, die Analyse des Erregungsvorgangs, die Erregungsleitung, das Refraktärstadium und die Ermüdung, die Interferenz der Reizwirkungen, die rhythmischen Entladungen, die Lähmungsvorgänge und endlich die spezifischen Leistungen der lebendigen Systeme. Von den Definitionen und Leitsätzen, zu denen der Verf. gelangt, seien hier die wichtigsten kurz erwähnt: Reiz ist jede Veränderung in den Lebensbedingungen. In dem lebendigen System ruft der Reiz eine Störung des Stoffwechselgleichgewichts hervor; aus dem »Ruhestoffwechsel« wird ein »Reizstoffwechsel«. Der Erregungsvorgang ist ein dissimilatorischer Prozeß und zwar ein oxydativer Zerfall. Ausgenommen davon ist nur die Wirkung gesteigerter Nahrungszufuhr, die sich über längere Zeit erstreckt. Sie ist das einzige Beispiel für eine primäre assimilatorische Erregung. Alle anderen primären Erregungen stellen somit Energieentladungen dar, die an das Vorhandensein von Sauerstoff geknüpft sind. Durch Selbststeuerung des Stoffwechsels wird nach Einwirkung eines Reizes der ursprüngliche Erregbarkeitszustand wieder hergestellt. Die Erregungsleitung eines Systems ist eine Funktion seiner Erregbarkeit. Je größer letztere,

um so stärker, schneller und weiter wird die induzierte Erregung fortgeleitet. Für die Erregung des normalen Nerven gilt das »Alles- oder Nichts-Gesetz«. Die Neurofibrillen hält Verf. entgegen Apathy, Bethe u. a. für Stützsubstanzen und ist der Meinung, daß die Erregungsleitung im Neuroplasma stattfindet. Er stellt sich vor, daß sie hier durch osmotische und elektrische Energie vermittelt wird. — Als eine allgemeine Eigenschaft der lebendigen Substanz wird auch das Refraktärstadium angesehen. Die so bezeichnete Herabsetzung der Erregung nach einer Reizung beruht auf einer Verminderung der oxydativ spaltbaren Materialien und der Anhäufung der lähmenden Zerfallsprodukte. Wenn das Stoffwechselgleichgewicht durch Selbststeuerung wieder hergestellt ist, ist auch das Refraktärstadium beendet. Verlängerung des Refraktärstadiums, also Verzögerung des Erregungsablaufs und der Selbststeuerung unter der Einwirkung von Reizen wird durch Sauerstoffmangel hervorgerufen. Ermüdung ist nichts anderes als eine solche Verlängerung des Refraktärstadiums; Ermüdung ist also Erstickung. Auch beim Zusammenwirken mehrerer Reize, auf das hier nicht näher eingegangen werden kann, spielt das Refraktärstadium eine wichtige Rolle, ebenso bei den rhythmischen Erregungsvorgängen. Für letztere, namentlich für die schwer verständlichen rhythmischen Entladungen auf einen momentanen Einzelreiz, wird eine interessante Hypothese entwickelt. Lähmungsvorgänge (d. h. Verlangsamungen des normalen Lebensvorgangs) der verschiedensten Art werden als Erstickungsphänomene gedeutet. So außer der Ermüdung auch die Wärmelähmung. Wie aus früheren Schriften des Verf.s bekannt ist, sieht er auch die Narkose als eine akute Erstickung an und ist der Meinung, daß die Narkotika durch physikalisch-chemische reversible Prozesse speziell die Sauerstoffüberträger der Zelle beeinflussen und ihnen die Fähigkeit rauben, den molekularen Sauerstoff zu aktivieren. Im Schlußkapitel wird nach Zurückweisung der Indifferenzlehre das Gesetz von der spezifischen Energie der lebendigen Substanz folgendermaßen formuliert: »Jedes lebendige System, solange es sich im gleichen funktionellen Zustand und der gleichen Entwicklungsphase befindet, reagiert auf die physiologischen Reize, welcher Art sie auch sein mögen, stets primär mit einer Intensitätsänderung seines spezifischen Lebensvorganges. Dabei bildet dasjenige Partialglied des Lebensvorganges, das besonders labil ist, den primären Ausgangspunkt für die Erregung oder Lähmung seiner spezifischen Leistung.« Dieser Ausgangspunkt der Reizwirkung ist der oxydative Zerfall kohlenstoffhaltiger Verbindungen zu Kohlensäure und Wasser.

Beim Überblicken dieser Sätze ergibt sich zunächst, daß die an-

aëroben Organismen, wie der Verf. auch betont, von der Betrachtung ausgeschlossen sind. Ausgeschlossen ist ferner die gesamte Entwicklungsphysiologie, in der auch Reizerscheinungen eine ungemein wichtige Rolle spielen. Daß durch diese Einschränkungen der allgemein-physiologische Charakter der Darlegungen des Verf.s eine gewisse Einbuße erleidet, kann wohl nicht bestritten werden. Wenn wir nun das Ganze vom Standpunkt des Botanikers betrachten, so ergibt sich allerdings, daß das Buch wohl ein wesentlich anderes Gesicht bekommen hätte, wenn die Tatsachen der Pflanzenphysiologie nicht nur ganz gelegentlich gestreift, sondern im Rahmen des Ganzen mit verarbeitet worden wären. Die pflanzlichen Reizerscheinungen allgemein als oxydative Zerfallsvorgänge aufzufassen, ist ganz ausgeschlossen; ja es ist sogar höchst unwahrscheinlich, daß es sich (abgesehen von der obenerwähnten Ausnahme) allgemein um dissimilatorische Prozesse handelt. Wir besitzen zwar in diese Vorgänge noch sehr wenig Einblick, aber es ist z. B. sehr wohl möglich, daß bei den Reizreaktionen, die durch Turgorsenkung zustandekommen, endothermische Vorgänge primär ausgelöst werden. Auch das Gesetz der spezifischen Energie ist in der vom Verf. aufgestellten Form für aërobe Pflanzen nicht haltbar. Das beweist schon der Nachweis, daß bei ein und derselben Pflanze ganz allgemein verschiedene Sensibilitäten vorhanden sind, auch wenn die Reaktion, mit der die Reize beantwortet werden, in allen Fällen die gleiche ist. So wissen wir z. B., daß photo- und geotropische Perzeption wesensverschieden sind, und gerade durch Luftverdünnung (Sauerstoffverminderung) ließ sich die Trennung beider zeigen. Zur Narkosetheorie des Verf.s will es ferner schlecht stimmen, daß bei den Pflanzen durch Anaesthetica die Photosynthese viel stärker gehemmt wird als die Atmung, letztere durch nicht zu starke Ätherisierung sogar gesteigert wird.

Im ganzen genommen mag aber nochmals betont werden, daß trotz dieser Einwände auch der Botaniker aus dem Buche viele Anregungen schöpfen kann. H. Kniep.

Osterhout, W. J. V., Stetige Änderungen in den Formen von Antagonismuskurven.

Pringsh. Jahrb. 1914. **54,** 645—650.

Die entgegengesetzte Wirkung isotonischer Lösungen verschiedener Salze wurde, wie in früheren Arbeiten des Verf.s zahlenmäßig bestimmt durch den Widerstand, den das pflanzliche Gewebe dem elektrischen Strom bietet. Als Versuchsobjekt dienten Laminariastiele, die in Scheiben geschnitten und von denen je hundert aufeinander gepackt wurden.

Ausgangspunkt der Untersuchungen bildete eine NaCl . 52 Mol. Lösung und $CaCl_2$. 278 Mol. in welchen Konzentrationen diese Salze das gleiche Leitvermögen wie Seewasser haben. Setzt man den Widerstand der Laminariasäule in reinem Seewasser = 100, so sinkt diese Zahl in der NaCl-Lösung nach einer $^1/_2$ Stunde auf 85, nach 1 Stunde auf 60, und erreicht nach 17 Stunden den Wert 10, d. h. die Leitfähigkeit abgestorbenen Gewebes. Ganz andere Werte werden gefunden in der $CaCl_2$-Lösung. Der Widerstand steigt im Laufe der ersten Stunde auf 140 und sinkt dann erst nach 24 Stunden auf 10. — Die verschiedenen Gewebezylinder, die in Mischungen von NaCl und $CaCl_2$ gelegt wurden, weisen Wirkungen auf, die zwischen denen der reinen Lösungen schwankten. In allen Fällen (auch bei 95% NaCl + 5% $CaCl_2$) war zunächst ein Anwachsen des Widerstandes, der nach einer Stunde den größten Wert erreichte, um dann wieder zu fallen. Nach 62 Stunden war noch in keinem Fall der Absterbepunkt erreicht. Bei 38% NaCl + 62% $CaCl_2$ war nach einer Stunde der höchste beobachtete Widerstand von 147. Alle Messungen waren bei 18^0 gemacht. — Da eine reine NaCl-Lösung den Widerstand des Gewebes gleich herabsetzt, also die Permeabilität steigert, während $CaCl_2$ die Permeabilität zunächst verringert und später erst erhöht, so nimmt der Verf. an, daß diese Erhöhung durch eine andere Wirkungsweise der $CaCl_2$-Lösung hervorgerufen wird. R. Stoppel.

Shull, G. H., Duplicate genes for capsule-form in Bursa bursa-pastoris.

Zeitschrift für ind. Abst. u. Vererbungslehre 1914. **12,** 97—147.

Reziproke Kreuzungen von Bursa bursa-pastoris und B. Heegeri lieferten einheitliche F_1-Nachkommen von bursa-past. Charakter. Sechs dieser Pflanzen, drei von jedem Kreuzungsmodus, wurden auf ihre weitere Nachkommenschaft untersucht bei Selbstbefruchtung. Sie zeugten 2907 F_2-Nachkommen, von denen 2782 bursa-pastoris und 125 Heegeri Charakter hatten, also ein Durchschnittsverhältnis von 22,3:1. Daraus war zu folgern, daß hier ein Fall von »nicht mendelnder« Vererbung vorlag, oder ein solcher, bei dem dieselbe Eigenschaft durch mehrere Faktoren bestimmt wurde. F_3 mußte den Schlüssel zu dieser Frage geben. Lagen zwei gleiche Faktoren für die Vererbung der △ Gestalt und der spezifischen Anatomie der B. b. p. Schote zugrunde, so mußten sich bei diesen F_3-Pflanzen die drei verschiedenen Gruppen finden, die: a) reine B. b. p. Nachkommen liefern, b) im Verhältnis von 3:1 und c) im Verhältnis von 15:1 sich aufspalten.

Bei 18 F_2-Nachkommen hat der Verf. trotz nicht unerheblicher Abweichungen von dem theoretisch geforderten Wert bei der Nachkommenschaft jeder einzelnen Pflanze doch drei Gruppen zusammenstellen können. Acht Pflanzen gehörten zu der Gruppe a, die rein B. b. p. Nachkommen brachte, fünf Pflanzen spalteten sich in ihren Nachkommen durchschnittlich wie 3,25:1, entsprechen also der b-Gruppe, und sechs Pflanzen stellten die Gruppe c dar mit einem Spaltungsverhältnis von 19,6:1 im Durchschnitt. Es war demnach hier wie in der F_2-Generation ein Überschuß der B. b. p. Nachkommen und zwar der Heterozygoten, denn das Verhältnis der drei Gruppen war wie 7:5:6 (theoretisch zu fordern wäre 7:4:4).

Aus der Gruppe c, die sich also in ihrer Nachkommenschaft verhalten mußte wie F_2, wurden noch zwei weitere Generationen (27 F_4-Pflanzen + 50 F_5-Pflanzen) untersucht. 39 von diesen gaben reine B. b. p. Nachkommen, zwölf spalteten im Verhältnis von 3:1 (3,19:1) und 26 wie 15:1 (15,7:1). Im Gegensatz zu der früheren Generation war hier ein Überwiegen der Homozygoten.

Die Nachkommen der b-Gruppe der F_3 spalteten wie theoretisch zu fordern war auch ferner in dem Verhältnis von 3:1 (2,74:1). Einen weiteren Beweis für die Annahme, daß die △ Schotengestalt durch zwei gleiche Faktoren bestimmt wird, erbrachte der Verf. durch Rückkreuzung einer F_2-Dominante mit B. Heegeri. Das Verhältnis der B. b. p.: B. Heegeri in der F_2-Generation dieser Kreuzung war davon abhängig, ob der B. b. p. Elter die beiden Faktoren C. und D. für den b. p. Charakter besessen hatte, also die Formel C. C. D. D. oder nur C. c. D. D. (resp. C. C. D. d.) oder endlich C. C. d. d. (resp. c. c. D. D.). F_1 mußte in jedem Fall nur die B. b. p. Form geben, was sich mit dem Versuchsergebnis deckte. Bei Selbstbestäubung gab die F_2-Generation ein Verhältnis der Nachkommen wie 3:1 (2,84:1). Demnach konnte die B. b. p. Elternpflanze nur einen der beiden Faktoren C. oder D., also die Formel C. C. d. d. oder c. c. D. D. besessen haben. Sie wäre demnach genotypisch anders als die ursprünglich B. b. p. Elternpflanze (C. C. D. D.).

Der Verf. knüpft an diese Untersuchungen eingehende theoretische Betrachtungen. Zunächst trennt er scharf den Begriff der »duplicate determiners« von dem der »plural determiners«. Unter »duplicate determiners« versteht der Verf. solche Faktoren, die, wenn auch nur einzeln in den Pflanzen vorhanden, ihnen doch einen Charakter geben, der bei allen Pflanzen der gleiche ist. Solche identische Faktoren wurden im vorliegenden Fall für die dreieckige Gestalt der B. bursa pastoris Schoten nachgewiesen von Nilson-Ehle für die Ligula von

Hafer und die rote Kornfarbe des Weizens, von East und Hayes für das gelbe Endosperm des Mais. — Der Begriff der plural determiners ist der weitere und umfaßt auch denjenigen der »duplicate determiners« mit. Die Faktoren brauchen aber nicht identisch zu sein, sondern verursachen nur phänotypisch das gleiche Bild. So mögen quantitativen und physiologischen Eigenschaften vielfach solche Pluralfaktoren zugrunde liegen, es brauchen darum aber noch nicht identische zu sein.

Das Anwachsen der Variationsbreite in der F_2 gegenüber von F_1 und P_1 kann durch das Vorhandensein von Pluralfaktoren bedingt sein. Denn durch den durch die Hybridation ausgelösten Anreiz — der Verf. bezeichnet ihn als »heterosis« — kann in der F_2 eine gesteigerte Variabilität in quantitativen Charakteren verursacht werden.

Betreffs der zeitlichen Entstehung von identischen Faktoren glaubt der Verf. bei der Ligula von Hafer den Rückschluß machen zu dürfen auf einen ursprünglichen Zustand, während er in den identischen Faktoren für die Gestalt der Schote von B. pursa pastoris ein Produkt der Entwicklung zu sehen glaubt.

Schließlich gibt der Verf. auch noch im Hinblick auf die Art der Entstehung eine Hypothese. Durch eine kreuzweise Verschiebung zweier Chromosomen oder durch einen anormalen Zerfall des Spiremfadens soll bei der Befruchtung das betreffende Gen an einen falschen Platz gelangt sein. Bei der Keimzellbildung wäre als Folge davon eine Verdoppelung des Gens in dem einen Kern, und gleichzeitig ein Fehlen desselben in einem andern denkbar. So könnte man sich demnach die Verdoppelung des Gens bei Bursa bursa pastoris durch die gleiche Ursache bewirkt denken wie das Entstehen von B. Heegeri. Diese spekulativen Erörterungen, die der Verf. auch nur mit einer gewissen Reserve gibt, scheinen dem Ref. einer gründlichen Kritik kaum standzuhalten. Es sei hier bloß erwähnt, daß stillschweigend vorausgesetzt wird, daß vor der Verdoppelung des Gens bei einer Pflanze, die Art schon vorhanden war mit dem betreffenden einfachen Gen. Tritt dann irgendwo zufällig eine Verdoppelung des Gens auf, so müßten schon die Nachkommen mit identischen Faktoren ihre zahlreicheren Rivalen, die den Faktor nur einfach vererben, aus dem Felde geschlagen haben, oder die Seltenheit der Erscheinung von Pflanzen mit identischen Faktoren ist eben dem Umstand zuzuschreiben, daß so selten gerade die »richtige« Pflanze gefunden wird.

Was die tatsächlichen Ergebnisse der Arbeit anbetrifft, so möchte Ref. gleich den von Kajanus gemachten Einwänden begegnen (Zeitschr. f. ind. Abst. u. Vererb. **12,** 1914. 213). Kajanus stößt sich an

dem in einem Fall festgestellten Verhältnis von B. b. p.: B. H. = 63,5:1, wo theoretisch 15:1 zu fordern wäre. Hier sieht er ein typisch trimeres Verhalten. Gewiß ist dies Abweichen von der »Regel« etwas reichlich, doch scheint dem Ref. dieser eine stark herausfallende Versuch nicht gegen die zahlreichen gut stimmenden aufzukommen. Die nachgewiesene Gesetzmäßigkeit ist jedenfalls so groß, daß sie eine starke Stütze für das Vorhandensein des Gesetzes ist. Die vorhandenen Abweichungen und weiter ausholende Gedanken geben allerdings dem Wissenschaftler Anregung zum Forschen, ob und welche Faktoren neben diesen mendelschen Vererbungsgesetzen noch für die Vererbung und Artbildung in Betracht kommen. R. Stoppel.

Nova Guinea, Résultats de l'expédition scientifique néerlandaise à la Nouvelle Guinée en 1912 et 1913 sous les auspices de A. Franssen Herderschee. Vol. XII Botanique. Livr. III.

Leide, Brill. 1915. 4°, S. 173—272, Tab. LV—XCIX.

Der ganze Band enthält Orchideenbeschreibungen von J. J. Smith. Das Material entstammt den letztjährigen Expeditionen der Holländer zum westlichen Neu-Guinea; da die Exemplare zum Teil nur in geringer Menge und dürftiger Beschaffenheit vorlagen, so ist es zu begrüßen, daß Smiths Beschreibungen recht gründlich sind und bei ausgiebiger Beigabe von Tafeln einen gewissen Ersatz für jene schwer zugänglichen und zum Teil kaum nachuntersuchbaren Originale bieten. Förderlich für die spezielle Orchideenkunde ist es auch, daß Verf. überall, wo es geboten ist, sich mit R. Schlechter (»Die Orchideen von Deutsch-Neu-Guinea«, 1914) kritisch auseinandersetzt. L. Diels.

Kelhofer, E., Beiträge zur Pflanzengeographie des Kantons Schaffhausen.

Zürich, Orell-Füssli. 1915. 206 S., 16 Taf., 5 Textfig.

Die Arbeit bietet eine eingehende Bearbeitung der Schaffhäuser Pflanzengesellschaften und der floristischen Elemente des Kantons. Ein besonderes Augenmerk richtet sie dabei auf die historischen Wandlungen der Pflanzenbedeckung und die biotisch bedingten inneren Veränderungen der Formationen. Die im Schaffhäuser Museum liegende detaillierte Waldkarte von H. Peyer aus dem Jahre 1685 gibt eine zuverlässige Grundlage, den damaligen Zustand mit dem heutigen zu vergleichen und die Veränderungen mit hinreichender Sicherheit zu bestimmen. Von jener

Zeit ab bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts besaß das Feld im Kanton fast den doppelten Umfang wie in der Gegenwart. Dann aber wurde aus wirtschaftlichen Gründen viel Ackerland aufgegeben; die leichtsamigen Coniferen waren die ersten Erben des Bodens, Kiefernbestände breiteten sich überall aus. Auch förderte man sie noch durch Anpflanzung und führte Lärche und Fichte ein. Trotzdem verrät die Vegetationsanalyse, daß diese Nadelholzbestände sich größtenteils nur durch Zutun des Menschen behaupten; sich selbst überlassen würden sie bald dem Fagetum weichen. Ja selbst die wilden Kiefernbestände erscheinen im Gebiete nur als vorübergehende Phasen der natürlichen Waldbildung, die gleichfalls dem Buchenwalde als Abschluß der Phasenfolge zustrebt. So führt Verf. an den Waldformationen seines Gebietes in ihrem Wechsel ein Musterbeispiel dafür vor, wie in Kulturländern auch indirekt eine weitgehende Abhängigkeit der Vegetation von den wirtschaftlichen Zuständen und deren historischen Veränderungen besteht. Die Wiesen- und Ackervegetation gibt weitere Belege dafür.

Im floristischen Teil der Arbeit ist die sorgfältige, auch kartographisch klar erläuterte Darstellung wichtiger Areale und Arealgrenzen als förderlich zu begrüßen. Nicht überall gelungen scheint mir dagegen die Gruppierung der Elemente, weil zwischen geographischen, genetischen und historischen nicht scharf genug geschieden ist. In der Xerothermenfrage spricht sich Kelhofer gegen die Reliktentheorie aus; er hält die Xerothermen für modernere Einwanderer, die noch jetzt »im Vormarsch« seien. Hierbei wäre festzuhalten, daß diese Ansicht für Schaffhausen, wie überhaupt für bestimmte Gebiete begrenzten Umfanges, zutreffen mag, ohne für Mitteleuropa im ganzen richtig sein zu müssen.

L. Diels.

Frimmel, Fr. v., Über einige antike Samen aus dem Orient.

Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien, phil.-hist. Kl. 1914. **173,** 14.

Das vom Verf. untersuchte Samenmaterial stammte aus Nippur (Mittelbabylonien) und Gezer (Palästina). Ein Teil der Samen, der durch sein rezentes Aussehen auffiel, erwies sich als noch keimungsfähig und verliert daher seine Bedeutung. Verf. vermutet, daß er durch Ameisen in die Ruinen verschleppt wurde. Nur der übrige Teil, lauter stark verkohlte Reste, ist wirklich antik und mag ein Alter von ca. 3000 bis 4000 Jahren besitzen. Dieses alte Material zerfällt in zwei Gruppen: Längliche Samen, die ihrer Gestalt nach sofort als Getreidekörner anzusprechen sind, und rundliche, die eine andere Zugehörigkeit besitzen. Diese letzte Gruppe enthält drei deutlich voneinander verschiedene Formen. Zwei davon wurden als Vertreter der Gattung Vicia erkannt. Dafür

sprach schon der gesamte äußere Bau, aber er genügte nicht, um die Diagnose sicherzustellen. Schnitte ließen sich nicht mehr anfertigen, und auch Stärkekörner konnten in der verkohlten Masse nicht mehr festgestellt werden; dagegen gelang es dem Verf., mit dem Nathorstschen Verfahren Kutikulapräparate herzustellen. Wurde das Material mit Eau de Javelle behandelt, dann blieb eine feine Haut zurück, die mit kleinen Kieselkörperchen, wie solche für Vicia charakteristisch sind, übersät war. Tatsächlich erhielt Verf., wenn er Samen von Vicia künstlich verkohlte und demselben Verfahren unterzog, ganz entsprechende Bilder. Somit gelangt er zu dem Schluß, daß die eine Samenart vermutlich zu Vicia sativa L. oder V. Ervilia (L.) Willd, die andere zu V. palaestina Boiss. gehört. Bei der dritten Form war es noch möglich, Schliffe anzufertigen und dadurch ein Bild von der Anatomie zu erhalten. Diese in Verbindung mit der äußeren Gestalt führte zu dem Ergebnis, daß es sich wahrscheinlich um eine Citrusart, vielleicht eine Rasse von C. medica L. handelt.

Die Getreidekörner waren zweierlei Art; die einen, die aus Gezer stammten, gehören zu Triticum, und zwar spricht die kurze, gedrungene Form für den Verwandtschaftskreis von Tr. turgidum L. Die andere Probe aus Nippur besteht aus Gerstenkörnern; das geht aus der flachgedrückten Form und der Beschaffenheit der Spelzenreste hervor, die noch einer mikroskopischen Untersuchung zugänglich waren. Eine Rassenbestimmung ließ sich aber infolge des schlechten Erhaltungszustandes nicht mehr vornehmen. Aus der Größe der Körner folgt aber mit Sicherheit, daß wir es mit einer Kulturform zu tun haben. Eine Besonderheit der Hordeumsamen besteht darin, daß sie auf der Rückseite rechts und links von der Mittelfurche kleine Vertiefungen besitzen. Dieses Merkmal tritt auch bei einigen modernen Gerstenrassen auf und kommt dadurch zustande, daß sich die Ährchen, wenn sie dicht gelagert sind, in ihrer Entwicklung gegenseitig hemmen. Wir können daraus schließen, daß die Körner einer mehrzeitigen Sorte zugehört haben.

Der Arbeit sind zwei Tafeln beigegeben, die Abbildungen von den Samenresten und solche von modernem Vergleichsmaterial enthalten.

Peter Stark.

Teodoresco, E. C., et **C. T. Popesco,** Sur le tissu libérien et son rôle dans la circulation des substances organiques chez les végétaux supérieurs.

Ann. scientif. de l'Université de Jassy. 1915. **9,** 215—242. Mit 2 Fig. im Text u. 5 Taf.

Ähnlich wie Janse in einer vor kurzem in dieser Zeitschrift[1] besprochenen Arbeit, nur mit eingehenderer Berücksichtigung der anatomischen Verhältnisse, behandeln die Verff. die Reaktionen von Baumästen auf unvollständige Ringelung der Rinde. Sie ziehen aus den Regenerationserscheinungen und aus den Vorgängen der Gewebeverlagerung den Schluß, daß die plastischen Substanzen ganz vorzugsweise in den Siebröhren, nicht im primären Rindenparenchym transportiert werden. Eines der Hauptargumente, nämlich daß in der primären Rinde, im Gegensatz zum Weichbast, keine Vergrößerung der Dicke und keine Verlagerung der Zellen in der Richtung der durch die Verwundungen abgelenkten Stoffströme eintritt, erscheint nach den Tatsachen der Wachstumsverteilung nicht stichhaltig, wenn man nicht ganz extrem teleologisch denken will. O. Renner.

Neue Literatur.

Allgemeines.

Möbius, M., Mikroskopisches Praktikum für systematische Botanik. (II. Kryptogamae und Gymnospermae.) Berlin, Bornträger. *1915*. 8⁰. VIII + 314 S.

Justs botanischer Jahresbericht. Herausgeg. von F. Fedde. 38. Jahrg. (1910.) 2. Abt. 6. Heft (Schluß). Pflanzengeographie von Europa 1908—1910 (Schluß). Morphologie der Gewebe (Anatomie) 1910. Bornträger, Leipzig. *1915*.

—, 39. Jahrg. (1911.) 2. Abt. 4. Heft. Schizomycetes 1910—1911. Pteridophyten 1911. Geschichte der Botanik 1910—1911. Bornträger, Leipzig. *1915*.

—, 40. Jahrg. (1912.) 2. Abt. 1. Heft. Novorum generum, specierum, varietatum, formarum, nominum, Siphonogamarum Index. Agrikultur, Forstbotanik und Hortikultur 1911 und 1912. Schizomycetes (Bakterien) 1912. Bornträger, Leipzig. *1915*.

Bakterien.

Münz, E., Zur Physiologie der Methanbakterien. (Diss. Halle.) John, Halle a. S. *1915*. 8⁰. 61 S.

Rautmann, H., Untersuchungen über den Desinfektionswert stark bewegter, trockener Heißluft. (Centralbl. f. Bakt. I. *1915*. **77,** 50—63.)

Salus, G., Über anaërobe Streptokokken. (Ebenda. 1—40.)

Pilze.

Euler, H., und **Lindner, P.,** Chemie der Hefe und der alkoholischen Gärung. Akad. Verlagsges., Leipzig. *1915*. 8⁰. X + 350 S.

Giesebrecht, W., Beiträge zur morphologischen und biologischen Charakteristik von Mucor-Arten. (Diss. Würzburg.) Staudenraus, Würzburg. *1915*. 8⁰. 58 S.

[1]) 1915, S. 408.

Scales, F. M., Some filamentous Fungi tested for cellulose destroying power. (The bot. gaz. *1915.* **40,** 149—154.)

Schellenberg, H. C., Ein neuer Brandpilz auf Arrhenatherum elatius (L.) M. u. K. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915.* **33,** 316—323.)

Algen.

Kylin, H., Über die Blasenzellen einiger Florideen und ihre Beziehung zur Abspaltung von Jod. (Ark. f. Bot. *1915.* **14,** Nr. 5, 1—13.)

—, Untersuchungen über die Biochemie der Meeresalgen. (Zeitschr. f. physiol. Chem. *1915.* **94,** 337—425.)

Michaelis, H., Biologische Studien über Schutzmittel gegen Tierfraß bei Süßwasseralgen. (Diss. Jena.) Lehmann u. Bernhard, Schöneberg (Mecklb.). *1915.* 8⁰. 38 S.

Moose.

Goebel, K., s. unter Morphologie.

Hutchinson, A. H., Gametophyte of Pellia epiphylla. (The bot. gaz. *1915.* **40,** 134—143.)

Gymnospermen.

Burlingame, L. L., The origin and relationships of the Araucarians. II. (The bot. gaz. *1915.* **40,** 89—114.)

Gager, C. S., Rare Cycads from Australia. (Brooklyn bot. gard. *1915.* **4,** 83—92.)

Mattoon, W. R., Life history of shortleaf Pine. (Contrib. from the forest serv. Bull. 244. *1915.*)

Sudworth, G. B., The Cypress and Juniper trees of the Rocky Mountain Region. (Ebenda. Bull. 207.)

Morphologie.

Goebel, K., Organographie der Pflanzen insbesondere der Archegoniaten und Samenpflanzen. 2. umgearb. Aufl. II. Teil: Spezielle Organographie. 1. Heft: Bryophyten. Fischer, Jena. *1915.* **12,** 515—902.

Abrams, L., and **Smiley, F. J.,** Taxonomy and distribution of Eriodictyon. (The bot. gaz. *1915.* **40,** 115—133.)

Schoute, J. C., Sur la fissure médiane de la gaîne foliaire de quelques palmiers. (Ann. jard. bot. Buitenzorg. *1915.* [2] **14,** 57—82.)

Sierp, H., Die Internodientorsionen der Pflanzen mit dekussierter Blattstellung. (Jahrb. f. wiss. Bot. *1915.* **55,** 343—408.)

Zipp, C. van, s. unter Systematik.

Zelle.

Schürhoff, P. N., Amitosen von Riesenkernen im Endosperm von Ranunculus acer. (Jahrb. f. wiss. Bot. *1915.* **55,** 499—519.)

Gewebe.

Rouppert, K., Beitrag zur Kenntnis der pflanzlichen Brennhaare. (Bull. ac. sc. Cracovie. Cl. sc. math. et nat. B. *1914.* [*1915.*] 887—896.)

Ruhland, W., s. unter Physiologie.

Physiologie.

Bethe, A., und **Toropoff, P.,** Über elektrolytische Vorgänge an Diaphragmen. Teil I. Die Neutralitätsstörung. (Zeitschr. f. phys. Chem. *1914.* **88,** 686—742.)

Bethe, A., und **Toropoff, P.,** Teil II. Die Abhängigkeit der Größe und Richtung der Konzentrationsänderungen und der Wasserbewegung von der H-Ionenkonzentration. (Ebenda. *1915*. **89**, 597—637.)

Bovie, W. T., The Schumann rays as an agent for the sterilization of liquids. (The bot. gaz. *1915*. **40**, 144—148.)

Briggs, L. J., and **Shantz, H. L.,** Influence of hybridization and cross-pollination on the water requirement of plants. (Journ. of agric. res. Dep. of agr. *1915*. **4**, 391—402.)

Gaßner, G., Beiträge zur Frage der Lichtkeimung. (Zeitschr. f. Bot. *1915*. **7**, 609—661.)

Giesebrecht, W., s. unter Pilze.

Hooker, H. jr., Hydrotropism in roots of Lupinus albus. (Ann. of bot. *1915*. **29**, 266—283.)

Kanitz, A., Temperatur und Lebensvorgänge. Die Biochemie in Einzeldarstellungen. I. Bornträger, Berlin. *1915*. 8⁰. 171 S.

Kinzel, W., Frost und Licht als beeinflussende Kräfte der Samenkeimung. Erläuterungen und Ergänzungen. (Naturwiss. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. *1915*. **13**, 433—468.)

Kippenburger, C., Werden und Vergehen auf der Erde im Rahmen chemischer Umwandlungen. Für Studierende aller Fakultäten und gebildete Laien. Marcus und Weber, Bonn. *1915*. 8⁰. 172 S.

Kniep, H., Über rythmische Lebensvorgänge bei den Pflanzen. (Sammelreferat.) (Verhandl. d. phys.-med. Gesellsch. zu Würzburg. *1915*. 23 S.)

Kuhn, E., Neue Beiträge zur Kenntnis der Keimung von Phacelia tanacetifolia Benth. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915*. **33**, 367—372.)

Kylin, H., s. unter Algen.

Meyer, A., Die in den Zellen vorkommenden Eiweißkörper sind stets ergastische Stoffe. (Ebenda. 373—378.)

Münz, E., s. unter Bakterien.

Pringsheim, E. G., Bemerkungen zu Iwanowskis „Beitrag zur physiologischen Theorie des Chlorophylls". (Ebenda. 379—385.)

Rohrer, G., Experimentelle Untersuchungen über die Entwicklung hypertropher und verzwergter Primärblätter und Kotyledonen. (Beih. bot. Centralbl. *1915*. I. **32**, 373—430.)

Ruhland, W., Untersuchungen über die Hautdrüsen der Plumbaginaceen. Ein Beitrag zur Biologie der Halophyten. (Jahrb. f. wiss. Bot. *1915*. **55**, 409—498.)

Scales, F. M., s. unter Pilze.

Tokugawa, Y., Zur Physiologie des Pollens. (Journ. coll. of sc. univ. Tokyo. *1914*. **35**, Nr. 8, 1—44.)

Fortpflanzung und Vererbung.

Heukels, H., Die Kreuz- und Selbstbefruchtung und die Vererbungslehre. (Rec. trav. bot. Néerland. *1915*. **12**, 278—339.)

Reinke, J., Eine bemerkenswerte Knospenvariation der Feuerbohne nebst allgemeinen Bemerkungen über Allogonie. (Ebenda. 324—347.)

Tammes, T., Die genotypische Zusammensetzung einiger Varietäten derselben Art und ihr genetischer Zusammenhang, (Ebenda. 217—277.)

Ökologie.

Dingler, H., Die Flugfähigkeit schwerster geflügelter Dipterocarpus-Früchte. (Ber. d. d. bot. Ges. *1915*. **33**, 348—366.)

Michaelis, H., s. unter Algen.

Tubeuf, C. v., Kann der Efeu den Bäumen schädlich werden? (Naturwiss. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft. *1915*. **13**, 476—480.)

Systematik und Pflanzengeographie.

Abrams, L., and **Smiley, F. J.,** s. unter Morphologie.

Andrée, A., Veränderungen in der Flora der Umgebung von Hannover seit Erharts Zeiten. (Jahresber. nieders. bot. Ver. Hannover. Bot. Abt. *1915*. 40—61.)

—, Pflanzengeographische Betrachtungen über die Flora des Wesergebirges. (Ebenda. 1—28.)

Hegi, G., Flora von Mitteleuropa. 6. Bd. 8. Lief. J. F. Lehmann, München. *1915*.

Killermann, S., Die Blumen des heiligen Landes. Botanische Auslese einer Frühlingsfahrt durch Syrien und Palästina. I. 44 S. II. 35 S. Hinrichssche Buchhdlg. *1915*. 8°.

Lechner, Anatomische Untersuchungen über die Gattungen Actinidia, Saurania, Clethra und Clematoclethra mit besonderer Berücksichtigung ihrer Stellung im System. (Beih. bot. Centralbl. I. *1915*. **32,** 431—467.)

Pax, F., Schlesiens Pflanzenwelt. Eine pflanzengeographische Schilderung der Provinz. G. Fischer, Jena. *1915*. 8°. IV + 313 S.

Ramaley, F., The relative importance of different species in a mountain grassland. (The bot. gaz. *1915*. **40,** 154—157.)

Zijp, C. van, Beiträge zur Kenntnis der Zingiberaceën. (Rec. trav. bot. Néerland. *1915*. **12,** 340—347.)

Palaeophytologie.

Hörich, O., Einige strukturbietende Pflanzenreste aus deutschem Culm und Devon. (Jahrb. d. preuß. geol. Landesanst. *1915*. 508—528.)

Potonié, Über die Diathermie einiger Carbon-»Farne«. (Beih. bot. Centralbl. *1915*. **32,** 468—475.)

Angewandte Botanik.

Kinzel, W., Mikroskopische Futtermittelkontrolle. (Jahresber. Ver. f. angew. Bot. *1914*. [*1915*.] **12,** 53—61.)

Richter, O., Alte und neue Textilpflanzen. Vortrag. Vorträge des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien. *1915*. **55,** Heft 15. 60 S.

Schander, R., Gutachten über Kartoffeln. (Jahresber. Ver. f. angew. Bot. *1914*. [*1915*.] **12,** 62—73.)

—, Gutachten über einen Hagelschaden. (Ebenda. 74—92.)

Spisar, K., Ergebnisse der Sortenversuche, die im Jahre 1914 von der mährischen Landwirtschaftl. Landesversuchsanstalt auf den Versuchsfeldern in Schlapanitz ausgeführt wurden. (Mitt. d. mähr. landwirtsch. Landesvers.-Anst. in Brünn. Brünn. *1914*. 1—37.)

Tubeuf, C. v., Wann keimt der Ulmensamen? (Naturwiss. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. *1915*. **13,** 481—482.)

Teratologie und Pflanzenkrankheiten.

Appel, O., Der echte Meltau (Äscherich, Oidium) des Weinstocks und seine Bekämpfung. (K. biol. Anst. f. Land- u. Forstwirtsch. *1915*. Flugbl. 56, S. 1—4.)

Appl, J., Über die im Jahre 1914 beobachteten und untersuchten Krankheiten und Schädlinge der Kulturpflanzen. (Mitt. d. mähr. landwirtsch. Landesvers.-Anst. in Brünn. Brünn. *1914*. 39—46.)

Rörig, G., Schädlinge an Hülsenfrüchten. (K. biol. Anst. f. Land- u. Forstwirtsch. *1915*. Flugbl. 57, S. 1—4.)

Schwartz, M., Maden und Raupen am Kohl. (Ebenda. Flugbl. 58, S. 1—4.)

Tubeuf, C. v., Das Ergrauen der Blätter durch die Weißpunktkrankheit. (Naturwiss. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. *1915.* **13,** 469—475.)

Wert, E., Die Kohlhernie und ihre Bekämpfung. (K. biol. Anst. f. Land- u. Forstwirtsch. *1915.* Flugbl. 56, S. 1—3.)

Technik.

Ambronn, H., Über Stäbchendoppelbrechung im Zelloidin und in der Gelatine. (Zeitschr. f. wiss. Mikr. *1915.* **32,** 43—60.)

Scheffer, W., Zur Objektbeleuchtung für die Mikrophotographie mit kurzbrennweitigen photographischen Objektiven. (Ebenda. 60—68.)

Siedentopf, H., Über das Auflösungsvermögen der Mikroskope bei Hellfeld- und Dunkelfeldbeleuchtung. (Ebenda. 1—42.)

Szabó, Z., Elektromos melegitödoboz parafin-metszetek kinyujtására. Elektrische Wärmeschachtel zur Ausbreitung von Paraffinschnitten. (Bot. Közlemén. *1915.* Heft 3—4. 8 S.)

Walsem, G. C. van, Der Arbeitsraum des Mikroskopikers. (Zeitschr. f. wiss. Mikr. *1915.* **32,** 69—79.)

Personal-Nachrichten.

Prof. Dr. W. Benecke von der landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin erhielt einen Ruf als o. Professor der Botanik an die Universität Münster. Er wird nach Beendigung des Krieges dorthin übersiedeln.

Am 14. November d. J. starb in Würzburg Professor Dr. Gregor Kraus. Er lebte seit 1. April 1914 im Ruhestand.

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.



Neue Veröffentlichungen:

Schlesiens Pflanzenwelt. Eine pflanzengeographische Schilderung der Provinz. Von Dr. **F. Pax**, ord. Professor der Botanik an der Universität Breslau. Mit 63 Abbildungen im Text und einer lithographischen Tafel. (VI, 314 S. gr. 8°.) Preis: 10 Mark.

Inhalt: Die Geschichte der Florenerforschung. — Die Pflanzen der Vorwelt. — Alter und Herkunft der gegenwärtigen Pflanzenwelt. — Tier und Pflanze. — Mensch und Pflanzenwelt. — Die regionale Gliederung der Flora. — Die schlesische Ebene. — Das niedere Bergland. — Das höhere Bergland (subalpine und alpine Flora). — Register.

Das Buch will keine Flora sein, sondern soll ein Bild der Pflanzenwelt Schlesiens auf historischer Grundlage geben; es erörtert die Aenderungen, die im Laufe geologischer Zeiten sich abspielten, die Wandlungen, die unter dem Einfluß des Klimas und unter Einwirkung von Mensch und Tier erfolgten. Erst auf dieser Grundlage gewinnt die Charakteristik der Florabezirke Leben.

Das Buch wendet sich daher nicht nur an den Botaniker, sondern auch an den gebildeten Laien, der Interesse für die Pflanzenwelt eines Gebietes hat, das seiner geographischen Lage nach, an der Grenzscheide zwischen Osten und Westen, zu den interessantesten Ländern Europas gehört.

Vegetationsbilder. Herausgegeben von Prof. Dr. **G. Karsten**, Halle a. S., und Prof. Dr. **H. Schenck**, Darmstadt.

13. Reihe, Heft 1/2: **Kreta und Sizilien.** Von Dr. **M. Rikli**, Prof. an der Eidgenössischen Hochschule in Zürich. 12 Tafeln (4° Format) mit 16 Bildern und begleit. Text.

Preis: einzeln 8 Mark, für Abnehmer der ganzen Reihe (8 Hefte) 5 Mark.

In bekannt schöner Ausführung enthält dieses erste Heft einer neuen Reihe Lichtdrucke von 16 ganz vorzüglich gelungenen Vegetationsaufnahmen aus den Felstriften, Ufergebieten und Auen- und Gebirgswäldern Kretas und Siziliens. Es bietet damit eine erwünschte Ergänzung der in mehreren früheren Heften der Sammlung enthaltenen Vegetationsbilder aus den Mittelmeerländern.

Für Schulen und Institute ist die Sammlung „Vegetationsbilder“ ein sehr wertvolles Hilfsmittel für den naturkundlichen Anschauungsunterricht; dem Botaniker, dem Geographen, Geologen und auch dem Kolonialforscher bietet wohl jedes einzelne Heft interessantes und beachtenswertes Quellenmaterial für eingehendere Studien.

DIE AGAVEN

Beiträge zu einer Monographie

Von

Alwin Berger

Mit 79 Abbildungen im Text und 2 Karten. (VII, 288 S. gr. 8°.) 1915.

Preis: 9 Mark.

Eine neue Bearbeitung dieser interessanten Pflanzen, über die seit Jacobis und Bakus Monographien in den 60 er und 80 er Jahren nichts Zusammenhängendes mehr erschien, wird für alle Systematiker, botanische und andere öffentliche Gärten, Pflanzenfreunde usw. willkommen sein.

Die Arbeit fußt auf langjährigem Studium der lebenden Pflanzen namentlich der reichen Sammlung des Gartens zu La Mortola, dessen langjähriger Direktor der Verfasser gewesen ist, sowie der wichtigsten Herbarien und Jacobis Nachlaß und bringt viele neue Gesichtspunkte. Ein Schlußkapitel behandelt ausführlich die Kultur der Agaven als dekorativer Gartenpflanzen.



Verlag von Gustav Fischer in Jena

Soeben erschien:

Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere

Von

Dr. Oscar Hertwig

o. ö. Professor, Direktor des anatomisch-biologischen Instituts der Universität Berlin

Zehnte umgearbeitete und erweiterte Auflage

Mit 696 teils farbigen Abbildungen im Text. (XV, 782 S. gr. 8°.) 1915

Preis: 15 Mark, geb. 17 Mark 50 Pf.

Inhalt: **Einleitung.** — Grundriß der Geschichte der Entwicklungsgeschichte. — **I. Hauptteil.** 1. Beschreibung der Geschlechtsprodukte. 2. Die Reifeerscheinungen des Eies, Vergleich der Ei- und Samenbildung. Befruchtungsprozeß. 3. Der Forschungsprozeß. 4. Allgemeine Besprechung der Entwicklungsprinzipien. 5. Entwicklung der beiden primären Keimblätter. 6./7. Die Entwicklung der beiden mittleren Keimblätter (die Cölomtheorie und Urmundtheorie). 8. Geschichte der Blättertheorie. 9. Entwicklung der Metamerie des Wirbeltierkörpers. 10. Entwicklung von Bindesubstanz und Blut (die Mesenchymtheorie). 11. Bildung der äußeren Körperform. 12. Die Eihüllen der Reptilen und Vögel. 13. Die Eihüllen der Säugetiere. 14. Die menschlichen Eihüllen. — **II. Hauptteil.** 15. Die Organe des inneren Keimblattes. (Das Darmrohr mit seinen Anhangsorganen.) 16. Die Organe des mittleren Keimblattes. (Die Entwicklung der willkürlichen Muskulatur, der Harn- und Geschlechtsorgane, der Nebennieren.) 17./18. Die Organe des äußeren Keimblattes. (Die Entwicklung des Nervensystems. Die Entwicklung der Sinnesorgane: Auge, Ohr, Gehör- und Geruchsorgan, der Haut und ihrer Nebenorgane.) 19. Die Organe des Zwischenblattes oder Mesenchyms. (Die Entwicklung des Blutgefäßsystems. Die weitere Entwicklung des Gefäßsystems bis zum ausgebildeten Zustand.) 20. Die Entwicklung des Skeletts. — Literatur. — Register.

Nachdem im Januar 1915 die „Elemente der Entwicklungslehre" in fünfter Auflage erschienen sind, ist jetzt auch eine Neubearbeitung des auf breiterer Grundlage angelegten „Lehrbuchs der Entwicklungsgeschichte" desselben Verfassers notwendig geworden. Hiermit wird das zum ersten Male im Oktober 1886 erschienene Werk zum zehnten Male aufgelegt, wohl der beste Beweis für den Anklang, den die von vergleichenden Gesichtspunkten aus durchgeführte Darstellung der Entwicklung der Wirbeltiere in weiten Kreisen gefunden hat.

Auch diesmal ist an vielen Kapiteln die verbessernde Hand angelegt worden, besonders durch eine eingehendere Berücksichtigung der menschlichen Entwicklung. Viele Abbildungen über die Implantation des menschlichen Eies, über die jüngsten menschlichen Embryonen, über die Entwicklung einzelner Organsysteme sind neu hinzugekommen, so daß sich die Zahl der Textfiguren von 669 auf etwa 685 erhöht hat. — Um trotz des erweiterten Inhalts den Umfang des Lehrbuchs nicht weiter anwachsen zu lassen, hat es sich als notwendig erwiesen, die Literaturübersicht auf einen engeren Raum zu beschränken, teils durch Streichung einzelner Nummern des alten Verzeichnisses, teils durch einen mehr zusammengedrängten Druck und durch Abkürzung der Zitate.

Hofbuchdruckerei Rudolstadt









